



**ISABEL MARIA DA  
GRAÇA MATOS**

**UMA HISTÓRIA NUM «LIVRO DE PEDRA»:  
ITINERÁRIO GEOLÓGICO NA MACEIRA (TORRES  
VEDRAS)**



**ISABEL MARIA DA  
GRAÇA MATOS**

**UMA HISTÓRIA NUM «LIVRO DE PEDRA»:  
ITINERÁRIO GEOLÓGICO NA MACEIRA (TORRES  
VEDRAS)**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ensino de Geologia e Biologia, realizada sob a orientação científica da Dra. Cristina Maria Almeida Bernardes, Professora Associada do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro.

Ao Guilherme

## **o júri**

presidente

Doutora Maria do Rosário Mascarenhas Almeida Azevedo  
Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro

Doutor José Carlos Ribeiro Kullberg  
Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa

Doutora Cristina Maria Almeida Bernardes  
Professora Associada, Universidade de Aveiro (orientadora).



## **agradecimentos**

À Dra. Cristina Bernardes pela disponibilidade demonstrada, aliada à sua exigência e competência, na orientação deste trabalho, mas deixando transparecer sempre a amizade, me ajudou, de forma construtiva, na realização deste trabalho.

Ao Dr. José Carlos Kullberg pela sua sempre pronta generosidade demonstrada na ajuda da preparação da saída de campo.

Aos alunos das turmas 11º A e B da Escola Secundária de Henriques Nogueira – Torres Vedras, do ano lectivo 2007/2008, pois sem eles seria impossível validar os materiais didácticos aqui propostos.

Aos professores João Pedro Oliveira e Olga Fróis, que prontamente se ofereceram para acompanhar as turmas durante a saída de campo.

Ao Dr. Manuel Ponciano, pela sua disponibilidade para ler esta dissertação.

Aos membros do Conselho Executivo da Escola Secundária de Henriques Nogueira, pelo apoio prestado durante a realização deste trabalho de investigação.

A todos os que, com gestos singelos, contribuíram para o bom termo deste trabalho.

Ao meu marido e ao meu filho pelo total apoio e infinita paciência com que me presentearam.

## **palavras-chave**

Trabalho de Campo; Roteiro Geológico; Maceira (Torres Vedras); Jurássico; Margas da Dagorda; Calcários do Vimeiro; Formação da Lourinhã; Biologia e Geologia 11º Ano.

## **resumo**

Enquadrado nos objectivos gerais do ensino secundário, que pretende desenvolver, nos alunos, competências conceptuais, procedimentais e atitudinais, o Trabalho de Campo assume-se como uma estratégia que permite uma visão integradora da Geologia, numa atitude inter e transdisciplinar de vários saberes, possibilitando aos professores introduzirem nas suas práticas pedagógicas o espaço exterior à sala de aula.

Através do Trabalho de Campo é igualmente criada a oportunidade de os alunos conhecerem a sua região, sob o ponto de vista científico, contribuindo para a formação de cidadãos que, mesmo que de modo informal, poderão divulgar os saberes adquiridos e estar mais sensibilizados para a preservação do património natural.

Neste âmbito criaram-se materiais didácticos para aplicação nas três fases do Trabalho de Campo: pré-saída, saída e pós-saída de campo. Os objectivos e matérias neles contidos são enquadrados nos conteúdos programáticos da disciplina de Biologia e Geologia do 11º Ano.

Para a saída de campo são propostos dois roteiros, um para alunos e outro para professores, cujo itinerário abrange a região da Maceira (Torres Vedras). O percurso proposto abrange os depósitos do Jurássico, nomeadamente, as Margas da Dagorda, os Calcários do Vimeiro e alguns membros da Formação da Lourinhã, todos eles registando, em «livros de pedra», uma parte da história relativa à abertura do Oceano Atlântico.

A avaliação feita pelos alunos das actividades desenvolvidas é reveladora de que o Trabalho de Campo, se devidamente preparado e implementado, torna-se uma actividade imprescindível e enriquecedora na sua formação, sendo uma estratégia de grande valor pedagógico, que os professores reconhecem mas, por sentirem que não estão devidamente preparados para as vicissitudes do Trabalho de Campo, relegam esta actividade para segundo plano ou mesmo a ignoram.

**keywords**

Field work; Geologic guidebook; Maceira (Torres Vedras); Jurassic; Margas of Dagorda; Calcareous rocks of Vimeiro; Formation of Lourinhã; Biology and Geology 11<sup>th</sup> year.

**abstract**

Fitting the general objectives of the secondary education, which intends to develop in the students concepts, actions and attitudes, the field work is conceived as a strategy that allows an integrated view of Geology, in an inter and transdisciplinary attitude, making possible for teacher to introduce in their teaching the space outside the classroom.

Through this field work we give students the change to know their region, through the scientific perspective, contributing for their education as citizens who, even in informal way, will be able to divulge their acquired knowledge and will be willing to preserve their natural heritage.

With this aim we have created didactic material to be use in the three phases of the field work: before going out, during and after field work. The aims and contents fit in the curriculum contents of Biology and Geology of the 11<sup>th</sup> year.

For the field work, there are two field guidebooks, one for the students and another one for teachers, whose itinerary includes the area of Maceira (Torres Vedras). The propose route includes Jurassic deposits, specially the Margas of Dagorda, Calcareous rocks of Vimeiro and some members of the Formation of the Lourinhã, all of them engraving in “books of stones” a part of History relating to the opening of the Atlantic Ocean.

The assessment of the activities, done by students, reveals that the field work, if well prepared and carried out, becomes an essential and fulfilling activity for their education, as it is a strategy of great pedagogical value, one which the teachers recognize but, as they feel they are not adequately prepared for the hazards of the field work, they do not consider as a priority or simply ignore it.

# ÍNDICE

## ***CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO***

I. 1. Plano da Tese .....	1
I. 2. Contextualização do estudo .....	2
I. 3. Problema da investigação .....	3
I. 4. Objectivos da Investigação .....	4
I. 5. Metodologia .....	5

## ***CAPÍTULO II – CONTEXTO GEOLÓGICO***

II. 1. Contexto Geológico de Portugal .....	7
II. 2. Contexto Geológico da Bacia Lusitânica .....	11
II. 3. Contexto Geológico da Sub-Bacia do Bombarral .....	17

## ***CAPÍTULO III – A REGIÃO DA MACEIRA (TORRES VEDRAS)***

III. 1. Enquadramento Geográfico .....	27
III. 2 A Geologia, o Homem e a Região .....	28
III. 3. Um itinerário geológico na região da Maceira	
3.1. Contexto geológico.....	36
3.2. Uma Proposta de Itinerário .....	39
Paragem 1 – Contacto do Diapiro da Maceira / Calcários do Vimeiro .....	40
Paragem 2 - Calcários do Vimeiro (Kimeridgiano) .....	42
Paragem 3 – Formação da Lourinhã (Membro da Praia da Amoreira) .....	48
Paragem 4 – Formação da Lourinhã (Membro de Porto Novo). .....	56
Paragem 4' - Formação da Lourinhã (Membro de Porto Novo) .....	63
Paragem 5 – Formação da Lourinhã (Membro de Porto Novo) .....	66
Paragem 6 – Formação da Lourinhã (Membros da Praia Azul / Porto Novo) .....	71

## ***CAPÍTULO IV – O ENSINO DAS CIÊNCIAS, EM GERAL, E DA GEOLOGIA, EM PARTICULAR***

IV. 1. Introdução.....	77
IV. 2. Ensino por pesquisa .....	80
IV. 3. Trabalho prático .....	82
3.1. Trabalho de Campo .....	83
IV. 4 Avaliação .....	90

## ***CAPÍTULO V – APLICAÇÃO PEDAGÓGICA***

V. 1. Introdução .....	93
V. 2. Metodologia .....	96

V. 3. Características dos alunos e atitude face à Geologia .....	98
V. 4. Actividades desenvolvidas no âmbito do Trabalho de Campo.....	108
4.1. Actividades pré-saída.....	109
4.2. Saída de Campo.....	122
4.3. Actividades pós-saída.....	140
V. 5. Avaliação das actividades desenvolvidas.	
5.1. Avaliação das actividades pré-saída de campo.....	141
5.2. Avaliação da saída de campo.....	145
5.3. Avaliação das actividades desenvolvidas pós saída de campo.....	149
5.4. Avaliação do Trabalho de Campo.....	150
<b>CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES E LIMITAÇÕES</b>	
VI. 1. Conclusões e limitações .....	157
VI. 2. Sugestões para Trabalhos Futuros .....	161
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	163
<b>ANEXOS</b>	
Anexo I - 1576, Março, 11, A dos Cunhados - Resposta do P <sup>e</sup> . António Duarte, pároco de A dos Cunhados, ao inquérito régio relativo aos efeitos do terramoto de 1 de Novembro de 1755 ( <i>in</i> A dos Cunhados - Itinerários da Memória) .....	171
Anexo II – Questionário 1 .....	177
Anexo III - Planificação a Longo e Médio Prazo .....	183
Anexo IV - “A Geologia, O Homem e a Região”; Fichas para pesquisa em documentos; Cartazes elaborados pelos alunos .....	197
Anexo V - Documentos para as actividades práticas e laboratoriais; Cartazes relativos a estas actividades .....	211
Anexo VI – Cartazes síntese elaborados para a Saída de Campo .....	237
Anexo VII - Síntese da Saída de Campo - Cartazes elaborados pelos alunos .....	255
Anexo VIII – Questionário 2 .....	263

## LISTA DE FIGURAS, TABELAS E GRÁFICOS

---

### Figuras

Figura 1 – Esquema da evolução das placas tectónicas desde há 200 milhões de anos até à actualidade (in <a href="http://www.gasd.k12.pa.us/~dpompa/Mini%20Lecture.html">http://www.gasd.k12.pa.us/~dpompa/Mini%20Lecture.html</a> ) .....	7
Figura 2 – Unidades geológicas do território continental português: A - Maciço Ibérico; B - Orla Mesocenozóica Ocidental; C - Orla Mesocenozóica Meridional; D - Bacia Cenozóica do Tejo e do Sado (modificado de Santos <i>et al.</i> , 2002) .....	8
Figura 3 – Mapa Geológico de Portugal (simplificado) (fonte: INETI) .....	9
Figura 4 – Esquema estrutural do bordo Oeste da Península Ibérica e localização geográfica da Bacia Lusitânica (adaptado de Bernardes, 1992) .....	12
Figura 5 – Estruturação da Bacia Lusitânica durante o 1º episódio de “rifting” (Triásico-Hetangiano) (in Kullberg, 2000) .....	12
Figura 6 – Estruturação da Bacia Lusitânica durante o 2º episódio de “rifting” (Sinemuriano-Carixiano) (in Kullberg, 2000) .....	13
Figura 7 – Localização dos limites da Bacia Lusitânica e de falhas que constituem fronteiras internas importantes ao longo da sua evolução. Divisão da bacia em sectores 1) segundo Rocha e Soares (1984) e 2) segundo Ribeiro <i>et al.</i> (1996) (in Kullberg, 2000) .....	14
Figura 8 – Estruturação da Bacia Lusitânica durante o 3º episódio de “rifting” (Kimeridgiano inferior) (in Kullberg, 2000) .....	15
Figura 9 – Estruturação da Bacia Lusitânica durante o 4º episódio de “rifting” (Aptiano superior) (in Kullberg, 2000) .....	15
Figura 10 – Quadro simplificado das unidades litoestratigráficas da Bacia Lusitânica (adaptado de Azeredo <i>et al.</i> , 2003), e quadro das relações entre eventos sedimentares, tectónicos e magmáticos no período de sin-“rift” (modificado de Kullberg, 2000) (idades de Gradstein <i>et al.</i> , 2004) (in Kullberg <i>et al.</i> , 2006) .....	16
Figura 11 – Sub-bacias da Bacia Lusitânica (Wilson, 1979, in Bernardes, 1992). .....	18
Figura 12 – Mapa de isópacas para o Kimeridgiano na parte sul da Bacia Lusitânica (in Wilson, 1979) .....	19

Figura 13 – Mapa paleogeográfico para o Kimeridgiano inferior (A) e superior (B) ( <i>in</i> Wilson, 1979) .....	20
Figura 14 – Esboço paleogeográfico da Estremadura no Valanginiano (A) e no Hauteriviano (B) ( <i>in</i> Rey, 1979) .....	20
Figura 15 - Etapas da evolução paleogeográfica do sector meridional da Bacia Lusitânica no Cretácico inferior: 1- limite suposto das áreas erodidas; 2- direcção das correntes fluviais; 3- Maciço Hespérico; 4- depósitos fluviais; 5- depósitos detríticos intermareais; 6- depósitos de planícies lodosas; 7- depósitos carbonatados intermareais; 8- depósitos carbonatados da plataforma interna; 9- depósitos de plataforma intermédia; 10- bioconstruções recifais ( <i>in</i> Rey <i>et al.</i> , 2006) .....	21
Figura 16 – Excerto dos esboços paleogeográficos na Margem Ocidental Portuguesa desde o Aptiano superior até à transição do Cenomaniano inferior ou médio (adaptado de Rey <i>et al.</i> , 2006) .....	22
Figura 17 – Excerto do esboço paleogeográfico da plataforma carbonatada ocidental portuguesa durante o Cenomaniano superior: 1- sem deposição/exposto; 2- sistema fluvial proximal; 3- domínio lagunar de plataforma interna com fácies mistas, com ostraídeos; 4- plataforma interna com fácies mistas; 5-plataforma interna; 6- plataforma externa (adaptado de Rey <i>et al.</i> , 2006) .....	23
Figura 18 – Unidades litoestratigráficas do Jurássico superior e Cretácico inferior da sub-bacia do Bombarral (Adaptado de Kullberg <i>et al.</i> , 2006) .....	24
Figura 19 – Localização geográfica da Maceira (adaptado de Dias & Simões, 2006) ...	27
Figura 20 – Um dos primeiros grupos ligado à prospecção das grutas da Maceira. Da esquerda para a direita: Leonel Trindade, Zbyszewski, Ricardo Belo, Pe. Eugénio Jalhoy e Maxime Vaultier. Foto tirada pelo tenente-coronel Afonso do Paço, no sopé do Cabeço da Rainha e publicada no Badaladas, ano XII, nº 222, 15.05.1959, p.7. ( <i>in</i> A dos Cunhados, Itinerários da Memória) .....	28
Figura 21 – Grutas Gémeas ( <i>in</i> <a href="http://www.aesda.pt/documentos/pdf/trogle4.pdf">http://www.aesda.pt/documentos/pdf/trogle4.pdf</a> ) .....	29
Figura 22 – Termas da Fonte dos Frades ( <i>in</i> <a href="http://www.termasvimeiro.com/home.php">http://www.termasvimeiro.com/home.php</a> ) .....	31
Figura 23 - Relação entre o diapiro da Maceira/Calcários do Vimeiro e o percurso subterrâneo das águas do Vimeiro ( <i>in</i> <a href="http://vimeiro.innovagency.com/vimeiro/PresentationLayer/ResourcesUser/Captacao.swf">http://vimeiro.innovagency.com/vimeiro/PresentationLayer/ResourcesUser/Captacao.swf</a> ). .....	32
Figura 24 - Aspecto geral do porto de Porto Novo de diferentes perspectivas .....	33
Figura 25 – Preparação das linhas de pesca .....	33

Figura 26 – Aspecto geral das ruínas do Convento Velho de Penafirme e pormenor da fachada em que é visível que as dunas atingem a altura das janelas do piso térreo .....	35
Figura 27 – Excerto da Carta Geológica de Portugal, folha 30-A Lourinhã e excerto da legenda .....	37
Figura 28 – Litoestratigrafia do Jurássico superior e Cretácico inferior da Bacia Lusitânica, segundo direcção N - S. Os depósitos abrangidos por este estudo situam-se no sector de Porto Novo, sub-bacia do Bombarral (Hill, 1988) .....	38
Figura 29 – Mapa da localização dos membros da Formação da Lourinhã na zona de estudo e áreas adjacentes: Am – Membro da Amoreira; PN – Membro de Porto Novo; PA – Membro da Praia Azul; As - Membro da Assenta; SR - Membro de Santa Rita (adaptado de Hill, 1988) .....	38
Figura 30 - Excerto da Carta Geológica de Portugal, Folha 30 - A Lourinhã, com a localização das paragens (P 1 a P 6) .....	39
Figura 31 – Contacto (a tracejado) entre o Diapiro da Maceira, "Margas da Dagorda", na base, e os Calcários do Vimeiro (fotografado de NE) .....	40
Figura 32 – Corte do vale tifónico de Maceira (Choffat, 1893) ( <i>in</i> Andrade, 1933) .....	41
Figura 33 – Blocos diagramas interpretativos da evolução geotectónica do diapiro de Maceira (Chaminé <i>et al.</i> , 2004) .....	41
Figura 34 - Perfis geológicos interpretativos da estrutura diapírica de Maceira (A, B) (Chaminé <i>et al.</i> , 2004) .....	42
Figura 35 – Aspecto geral do rio Alcabrichel e dos afloramentos calcários .....	43
Figura 36 – Vista aérea do afloramento dos "Calcários do Vimeiro" .....	43
Figura 37 – Afloramento dos calcários (paragem P2a); traço a cheio – plano de estratificação; a tracejado – fracturas .....	44
Figura 38 – Aspecto geral do local P 2b (fotografado de E) .....	44
Figura 39 – Aspecto dos calcários com oncólitos: A) em campo; B) em amostra de mão .....	45
Figura 40 - Aspecto dos calcários na zona B: A) aspecto geral do afloramento com formação de lapiás e terra rossa; B) pormenor dos calcários brechificados .....	45



Figura 41 – Aspecto da paragem P2c .....	46
Figura 42 – Esquema de uma plataforma carbonatada (adaptado de Bernardes, 1992) .....	47
Figura 43 - Aspecto geral do afloramento (fotografado de Oeste) .....	48
Figura 44 – Pormenor do afloramento .....	49
Figura 45 – Pormenor da fácies A – argilito .....	50
Figura 46 – Lutitos: 1- laminação paralela; 2 - sinais de bioturbação .....	50
Figura 47 – a) Pormenor do paleossolo: a tracejado limite inferior; a cheio limite superior; b) pormenor de raiz fossilizada .....	51
Figura 48 – Pormenores da fácies C – arenito: 1 – Visão de conjunto; 2 – sequências granodecrescentes de diferente hierarquia; 3 – clastos de filitos .....	52
Figura 49 – Aspectos, em campo da fácies de arenito, evidenciando o carácter erosivo da base .....	53
Figura 50 a)– Formas de leito de crista linguóide e b) estratificação cruzada em ventre (adaptado de Corrales <i>et al.</i> , 1977) .....	54
Figura 51 – Esquema representativo da Bacia Lusitânica durante o Kimeridgiano superior (adaptado de Hill, 1988) .....	55
Figura 52 – Bloco diagrama representando o fluxo de sedimentos grosseiros com origem no Maciço das Berlengas (adaptado de Bernardes, 1992) .....	55
Figura 53 – Placa de aviso de perigo de derrocada; a) em Maio de 2007; b) em Janeiro de 2008 .....	56
Figura 54 – Aspecto geral do afloramento (fotografado de SW) .....	57
Figura 55 – Arenitos com estratificação cruzada em ventre posta em destaque pelos níveis com restos de vegetais incarbonizados .....	58
Figura 56 - Pormenor da zona P4a: 1- Estrutura de deformação; 2- Intraclastos argilosos; 3- Arenitos com restos de vegetais .....	58
Figura 57 – Pormenor do local P4b: 1- arenito; 2 – argilito .....	59
Figura 58 – Aspecto geral do local P4c e pormenor da laminação paralela .....	59

Figura 59 – Pormenor da falha e das acumulações de enxofre, no local P4c .....	60
Figura 60 – Local de observação P4d: 1 e 2 – corpos sedimentares .....	60
Figura 61 – Esquema representativo de um rio meandriforme (adaptado de Orstom, 1993) .....	61
Figura 62 – Evolução de um sistema de rio meandriforme ( <i>in</i> Diaz, 1984) .....	62
Figura 63 – Aspecto geral do afloramento .....	63
Figura 64 – A e B Pormenores das fácies; C - Falha inversa .....	64
Figura 65 – Estrato arenítico com laminação convoluta .....	65
Figura 66 – Formas resultantes de meteorização e erosão diferencial .....	65
Figura 67 – Aspecto geral do afloramento .....	66
Figura 68 - Tronco fossilizado: a) aspecto em Agosto /07; b) aspecto em Dezembro /07 .....	67
Figura 69 - Figura de carga: a) aspecto geral; b) pormenor); c) representação esquemática da sua génese ( <i>in</i> Corrales <i>et al.</i> , 1977) .....	68
Figura 70 – Estruturas por escape de fluidos: a) e b) pormenores; c) – esquema representativo da sua formação .....	69
Figura 71 a) – Pormenor da estrutura em almofada .....	69
Figura 71 b) – Formação das estruturas em almofada, segundo Kuenen (1958) ( <i>in</i> Corrales <i>et al.</i> , 1977) .....	70
Figura 72 – Aspecto geral do estrato argiloso e pormenor da falha distensiva .....	70
Figura 73 – Aspecto geral do afloramento: 1- argilitos; 2- calcoarenitos; 3- corpo arenoso multi-historiado .....	71
Figura 74 – a) b) e c) Alguns dos fósseis recolhidos; d) e e) Lumachela .....	72
Figura 75 – a) Transição entre o conjunto de depósitos 2 e 3; b) Pormenor do conjunto 7: A- base erosiva; B- clastos de argila; C- Fácies heterolítica .....	73
Figura 76 – Pormenor do corpo arenoso: 1- base erosiva; 2- fácies heterolítica 3- clastos de argila; 4- arenitos .....	74

Figura 77 – Esquemas representativos da dinâmica sedimentar na zona sul da praia de Sta. Rita: a) transgressão; b) regressão (adaptado de Bernardes, 1992) .....	75
Figura 78 - Interacção entre os grandes subsistemas terrestres ( <i>in</i> Amparo <i>et al.</i> , 2003) .....	77
Figura 79 - Relação entre Trabalho Prático; Trabalho Laboratorial; Trabalho de Campo e Trabalho Experimental. Adaptado de Hodson, 1988, extraído de Leite, 2001 ( <i>in</i> Trabalho Experimental no Ensino da Geologia: Aplicações da Investigação na sala de aula) .....	83
Figura 80 – Factores que condicionam a aprendizagem dos alunos durante a saída de campo, segundo Orion (1989) ( <i>in</i> Rebelo <i>et al.</i> , 2000) .....	86
Figura 81 – Diferentes fases do Trabalho de campo (adaptado de Orion, 1989) ( <i>in</i> Brito, 2006) .....	87
Figura 82 – Exemplo de um cartaz exposto na escola .....	110
Figura 83 – Montagem experimental e pormenor do modelo .....	110
Figura 84 – Montagem experimental fazendo variar a inclinação da caneira .....	111
Figura 85 – Simulação de meandros num rio .....	111
Figura 86 – Utilização do telemóvel no registo dos resultados .....	112
Figura 87 – Os alunos em sala de aula .....	112
Figura 88 - Alunos executando a experiência “A Química dos calcários” .....	113
Figura 89 – Simulação de fenómenos de deformação (Actividade 1 e 2) .....	114
Figura 90 – Modelos, em esferovite, utilizados para medir direcção e inclinação dos estratos .....	115
Figura 91 – Alunos realizando a tarefa .....	124
Figura 92 – Alunos empenhados no trabalho .....	125
Figura 93 - Professor acompanhante apoiando um grupo de alunos .....	126
Figura 94 – Alunos distraídos e o pato .....	126
Figura 95 – Pausa .....	127

Figura 96 – Promontório e pormenor da fractura .....	128
Figuras 97 – Alunos medindo o afloramento e construindo a coluna estratigráfica ...	129
Figura 98 – Professor responsável pelo trabalho de campo apoiando os alunos .....	129
Figura 99 – Momento de síntese com recurso a cartazes explicativos .....	130
Figura 100 – Aspecto do percurso e de alguma dispersão dos alunos .....	131
Figura 101 – Recolha de areia do afloramento .....	132
Figura 102 – Aspecto do local P4c e exemplo de um fóssil vegetal .....	132
Figura 103 – Alunos no local P4d .....	133
Figura 104 – A “paragem” do almoço .....	133
Figura 105 – “O camelo” .....	135
Figura 106 – Atitude dos alunos perante o afloramento .....	135
Figura 107 – Dispersão dos alunos face ao afloramento .....	137
Figura 108 – Utilização dos roteiros pelos alunos.....	138
Figura 109- Alunos no final das actividades .....	139
Figura 110 – Alguns dos cartazes expostos na escola .....	141

### *Tabelas*

Tabela I - Composição química típica das águas .....	32
Tabela II – Conteúdos conceptuais do tema IV.....	96
Tabela III – Conteúdos programáticos de Geologia de 10º Ano.....	100
Tabela IV- Competências a atingir, na área da Geologia, no final do 10º ano .....	102
Tabela V - Classificação das areias em função das suas características ( <i>in Silva et al., 2004</i> ) .....	140

## Gráficos

Gráficos 1 – Caracterização dos alunos (n=49) .....	98
Gráfico 2 – Área de estudos que pretendem prosseguir (n=49) .....	99
Gráficos 3 – Disciplina e vertente preferida (n=49) .....	99
Gráfico 4 - Conteúdos Programáticos de Geologia de 10º Ano em que os alunos sentiram mais/menos dificuldades (em %, n=49) .....	100
Gráfico 5 – Factores que terão influenciado as dificuldades sentidas (em %, n=49) ...	101
Gráfico 6 - Factores que terão influenciado (mais e menos) as dificuldades sentidas (em %, n=49) .....	101
Gráfico 7 A – Grau de dificuldade para atingir as competências propostas (em %, n=49) ...	102
Gráfico 7 B – Grau de dificuldade para atingir as competências propostas (em %, n=49) ...	103
Gráfico 8 – Tipo de Trabalho Prático já realizado (n=49) .....	103
Gráfico 9 - Trabalho de Pesquisa, Trabalho Laboratorial e Trabalho de Campo / Ano de escolaridade (n=49) .....	104
Gráfico 10 – “Para si o Trabalho de campo permite...” (n=49) .....	105
Gráfico 11 – “Alguna vez trabalhou com um mapa geológico?” (n=49) .....	105
Gráfico 12 – “Considera importante conhecer os aspectos geológicos da região em que vive?” e “Se sim, porquê?” (n=49) .....	106
Gráfico 13 – “Quais são as rochas que predominam no Concelho de Torres Vedras?” (n=49) .....	106
Gráficos 14 – Conhecimento geográfico da região em estudo (n=49) .....	107
Gráficos 15 – Conhecimento do tipo de rochas da região (n=49) .....	107
Gráfico 16 – “Acha que os aspectos geológicos de uma região influenciarão o modo de vida de uma população?” (n=49) .....	108
Gráfico 17 – “A Geologia influencia, de algum modo, a ocupação humana de uma região e o seu modo de vida?” (n=49) .....	142

Gráfico 18 - «As actividades práticas permitiram uma preparação para as tarefas desenvolvidas durante o Trabalho de Campo?» (n=49) .....	142
Gráficos 19 – Avaliação das diferentes actividades (n=49) .....	143
Gráfico 20 - «A actividade de preparação realizada antes da saída de campo ...forneceu... informação ...» (n=49) .....	144
Gráfico 21 – Avaliação do trabalho desenvolvido no campo (n=49) .....	145
Gráfico 22 - “Interligação dos conceitos teóricos e os conceitos abordados no campo” (n=49) .....	146
Gráfico 23 – Elaboração do roteiro (n=49) .....	146
Gráfico 24 – Apoio do professor da disciplina (n=49) .....	147
Gráfico 25 – Apoio do professor acompanhante (n=49) .....	148
Gráfico 26 - «Das actividades propostas no roteiro indique o grau de dificuldade que sentiu ao realizá-las.» (n=49) .....	148
Gráfico 27 - Avaliação do trabalho desenvolvido no campo (n=49) .....	149
Gráficos 28 – Avaliação das actividades desenvolvidas pós-saída de campo (n=49) ...	150
Gráfico29 – Importância do Trabalho de Campo na aprendizagem dos alunos (n=49)	151
Gráfico 30 – Importância do Trabalho de Campo na aprendizagem dos alunos (n=49)	152
Gráfico 31 – Atitudes dos alunos perante o trabalho de campo (I) .....	154
Gráfico 32 – Atitudes dos alunos perante o trabalho de campo (II) .....	154

# I. INTRODUÇÃO

## I.1. Plano da Tese

---

A presente dissertação é constituída pelo corpo principal e por dois roteiros apensos à dissertação (I e II). O corpo principal está dividido em seis capítulos:

No *Capítulo I – Introdução*, apresenta-se a contextualização do estudo, os seus objectivos e a metodologia adoptada.

No *Capítulo II – Contexto Geológico*, faz-se uma revisão de literatura sobre o Contexto Geológico de Portugal, da Bacia Lusitânica e, em particular, da Sub-Bacia do Bombarral, de modo que o leitor se possa enquadrar na área em estudo – Região da Maceira (Torres Vedras).

No *Capítulo III – A Região da Maceira (Torres Vedras)*, além do enquadramento geográfico, elaborou-se uma breve síntese, que se denominou “A Geologia, o Homem e a Região”, dos aspectos históricos, económicos e sociais que caracterizam a região em estudo, sempre relacionados com a Geologia; apresenta-se o estudo geológico da região, devidamente documentada, sob a forma de uma proposta de itinerário.

No *Capítulo IV – O Ensino das Ciências, em geral, e da Geologia, em particular*, é feita uma breve reflexão sobre o ensino das ciências, numa perspectiva CTSA e, em particular, sobre o Trabalho de Campo aplicado à Geologia.

No *Capítulo V – Aplicação Pedagógica*, relatam-se as actividades realizadas com os alunos, no âmbito do Trabalho de Campo desenvolvido na região em estudo, apresentando-se os materiais didácticos produzidos e uma análise crítica da sua aplicação.

No *Capítulo VI – Conclusões e Implicações*, sintetizam-se as conclusões e limitações da investigação, assim como são apresentadas sugestões para futuros trabalhos.

## *1.2. Contextualização do estudo*

---

Etimologicamente, Geologia significa "conhecimento da Terra", i. e., o ramo da Ciência que se dedica à caracterização da estrutura e composição da Terra, sistematizando a informação adquirida e transformando-a em conhecimento através da compreensão e caracterização dos mecanismos que regem os fenómenos naturais e do exame das várias etapas históricas pelas quais passou o Planeta Terra (Mateus, 2001).

Ao longo dos tempos, o geólogo procedeu à diagnose da Terra tal como um médico examina o seu paciente, conforme a metáfora invocada por Schumm (1991) e Seddon (1996), tentando, a cada momento, solucionar o "grande dilema" magistralmente resumido por Wood (1985): “na base da Geologia há este extraordinário e profundo problema: **na Terra não se pode pegar**”.

O geólogo procura, assim, de forma sistemática e pragmática, a essência de cada processo e de cada objecto geológico, sem com isso pretender estabelecer leis formais (de generalização impossível) entre causa (s) e efeito (s) (Mateus, 2001), sintetizando, em suma, a sua atitude e devir na célebre máxima *Mente et Maleo*, transformando em *ex-libris* o martelo que o acompanha desde o início. Torna-se, então, imprescindível ao geólogo "**olhar e pegar a Terra como um todo**", conceptualizando e ensaiando a aplicação de modelos físico-matemáticos aos seus objectos de estudo (Mateus, 2001).

Ler, interpretar, compreender e relacionar as informações contidas nas rochas tem permitido conhecer grande parte da história da Terra e da Vida.

«As rochas ... trazem consigo, não só as marcas dos seus progenitores, mas também as das condições em que foram geradas e, muitas delas, ainda, a «data do seu nascimento». É, pois, nesta medida que podemos comparar as camadas sedimentares às páginas de um grande livro onde está escrita essa história com mais de 4 500 milhões de anos.» (Galopim de Carvalho, 2003)

Ainda, segundo Galopim de Carvalho (2003): «Se... um aluno, ou um curioso autodidacta, abarcar o como e o porquê (...), irá entender a maravilhosa história do planeta que nos deu e assegura a vida, e deixará de olhar para a Geologia como uma disciplina desinteressante e fastidiosa...», subalternizada no quadro nacional do ensino obrigatório.



Não devemos esquecer que as ciências devem contribuir para preparar os alunos para a sua plena integração como cidadãos na sociedade em que vivem, promovendo as literacias científicas, que lhes permitirão assumir-se como indivíduos críticos, capazes de usar consciente e fundamentadamente critérios científicos, critérios pessoais e pensamento reflexivo na tomada de decisões, em questões que afectem, designadamente, os seus estilos de vida (España *et al.*, 2004).

Assim, a Escola tem de ser responsável por uma Educação Global, proporcionando um ensino holístico, utilizando metodologias construtivistas centradas na resolução de problemas quotidianos, pertinentes para os alunos, desenvolvendo competências necessárias ao futuro cidadão, possibilitando o exercício de uma cidadania responsável (Mayer, 2001; Orion, 2001; Mateus, 2001).

Uma importante característica da Educação em Ciências da Terra é a capacidade de se poder conduzir o ensino formal em vários ambientes de aprendizagem: a sala de aula, o laboratório, o espaço exterior (campo, museus, indústrias) e a utilização do computador (Orion, 2001).

Desde que “Departamento de Educação” declarou, no seu código de 1882, que “o ensino de matérias científicas será levada a cabo principalmente com experiências”, o trabalho prático tem acompanhado a história das ciências, assumindo um papel cada vez mais importante, a ponto da UNESCO, em 1999, ter declarado que “os governos devem atribuir a mais elevada prioridade à melhoria do ensino das ciências a todos os níveis”.

### *1.3. Problema da investigação*

---

Cabe ao professor elaborar propostas de trabalho articuladas e congruentes, integradas num currículo, mas capaz de operar nos diversos ambientes de aprendizagem, de modo que um complemente o outro, proporcionando aos alunos uma visão holística, centrada nos seus interesses. Deve preocupar-se com a divulgação da Ciência, de um modo formal, mas “derrubando” as paredes da sala de aula sempre que possível.

Um professor, que leccione na região de Torres Vedras, tem à sua disposição um «Livro de Pedra», cujas formações, predominantemente sedimentares, datam essencialmente do Jurássico e Cretácico (para além da cobertura Quaternária) onde estão registados alguns dos fenómenos associados aos episódios de “rifting”, aquando da

abertura do Atlântico (há cerca de 130 M.a.), assim como a diversidade e a evolução dos seres vivos.

Tendo em conta o atrás descrito e, se as actividades do trabalho de campo permitem contribuir para a formação dos alunos, surgiu como **Questão Investigativa:**

*“- Se aos alunos, e ao público em geral, for feita uma abordagem pedagógica no sentido de, utilizando conceitos elementares de Geologia, os levar a compreender que os afloramentos nos podem contar a sua origem e o modo como eles influenciaram todo o desenvolvimento de uma região, os cidadãos não ficarão mais informados e “formados” para se interessarem pela Geologia e para a preservação do património geológico?”*

E como **Sub-questões:**

*- “As actividades de Trabalho de Campo motivarão os alunos para estudos na área da Geologia?”*

*- “As actividades de pesquisa, numa perspectiva CTSA, motivarão os alunos para um conhecimento multidisciplinar da sua região e para a preservação do Património natural?”*

Estas questões nortearam o desenvolvimento do presente trabalho que envolveu professores e alunos na busca das possíveis respostas e de possíveis caminhos, estratégias, para melhorar o conhecimento e a ligação entre a Ciência e o Aluno, futuro cidadão interveniente na sociedade.

#### *I.4. Objectivos*

---

O objectivo principal da investigação será determinar se, envolvendo os alunos no estudo das formações sedimentares e procurando explicações para as suas origens, ficarão os mesmos motivados para estudos na área da Geologia, e se compreenderão que as rochas que todos os dias encontramos nos passeios, nas praias, no caminho para a escola, são capítulos de um livro que podemos ler de um modo mais profundo ou não.

São ainda objectivos específicos do presente trabalho:

- inquirir sobre os gostos dos alunos, as suas dificuldades no processo de ensino – aprendizagem na área da Geologia, assim como os seus conhecimentos geológicos e geográficos da região onde habitam;
- elaborar um roteiro para a zona de Maceira (Torres Vedras);
- desenvolver actividades práticas, no contexto de sala de aula, que permitam ao aluno conhecer diferentes aspectos geológicos da região e adquirir competências necessárias ao desenvolvimento do Trabalho de Campo;
- desenvolver actividades práticas, no contexto do espaço exterior à sala de aula, nomeadamente, o Trabalho de Campo;
- avaliar a pertinência das actividades desenvolvidas.

O enquadramento curricular está salvaguardado no Curso Científico – Humanístico de Ciências e Tecnologias do Ensino Secundário, na disciplina de Biologia e Geologia, mais especificamente na disciplina de Biologia e Geologia do 11º ano, o Tema IV – Geologia, problemas e materiais do quotidiano, sub-tema - Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres, inclui a temática – *Principais etapas de formação das rochas sedimentares. Rochas sedimentares. As rochas sedimentares, arquivos históricos da Terra*, permitindo a integração do Trabalho de Campo no programa.

### 1.5. Metodologia

---

A metodologia, adoptada de modo a cumprir os objectivos propostos, foi:

- *Revisão Bibliográfica*, que se orientou segundo duas vertentes: uma, na caracterização geológica da Região e sua evolução ao longo do tempo e, outra, no âmbito do Ensino das Ciências, segundo a perspectiva de Ensino por Pesquisa, nomeadamente, a importância do Trabalho de Campo.
- *Trabalho de campo*, onde foram realizadas várias saídas de campo no intuito de conhecer a zona e as unidades estratigráficas, para, posteriormente, seleccionar e estudar os afloramentos.
- *Seleção dos afloramentos*, tendo em conta as suas potencialidades didácticas, nomeadamente, a possibilidade de explorar os conteúdos programáticos, serem de fácil

acesso e de permitirem condições de trabalho que não ponham em causa a integridade física dos alunos.

- *Estudo dos afloramentos*, que foram caracterizados de modo a compreender os fenómenos geológicos que contribuíram para a sua formação e preparar a saída de campo estudando-os numa perspectiva pedagógica, ou seja, propor actividades que aí se poderão desenvolver com os alunos e que lhes permitam uma visão integradora dos saberes.

- *Elaboração da planificação didáctica*, na qual foi dado destaque às actividades previstas para o sub-tema - Principais etapas de formação das rochas sedimentares. Rochas sedimentares. As rochas sedimentares, arquivos históricos da Terra.

- *Elaboração de materiais didácticos*, para actividades de pré, durante e pós saída de campo no sentido de desenvolver competências que permitam maximizar o Trabalho de Campo e proporcionar aos alunos uma visão holística do tema fazendo também uma transdisciplinaridade com os assuntos já abordados no 10º ano e a interdisciplinaridade com outras disciplinas do currículo, nomeadamente, as disciplinas de Português e Química.

- *Validação dos materiais didácticos*, com alunos do 11º ano da disciplina de Biologia e Geologia.

- *Redacção da Dissertação de Mestrado*, onde se apresenta todo o trabalho realizado e uma reflexão crítica sobre o mesmo.

## II. Contexto Geológico

### II. 1. Contexto Geológico de Portugal

O território continental português localiza-se na Europa Varisca, uma das “4 Europas” definidas por Stille em 1924, a Meso – Europa, sendo um domínio isento de deformação importante desde o final do Paleozóico inferior.

O orógeno Varisco Europeu corresponde a uma extensa cadeia de montanhas formada no final do Paleozóico Superior como consequência da colisão de dois grandes continentes: Laurásia e Gondwana.

Desta colisão resultou um supercontinente, Pangeia e um oceano, Pantalassa, cuja fragmentação se inicia no Triásico, e conduz à subsequente abertura de dois oceanos: o Atlântico Norte, responsável pela separação entre as placas Norte-americana e Euroasiática e o Paleo-oceano Thetys, que se desenvolveu na fronteira entre as placas Africana e Euroasiática (fig. 1) (Azevedo, 2007).

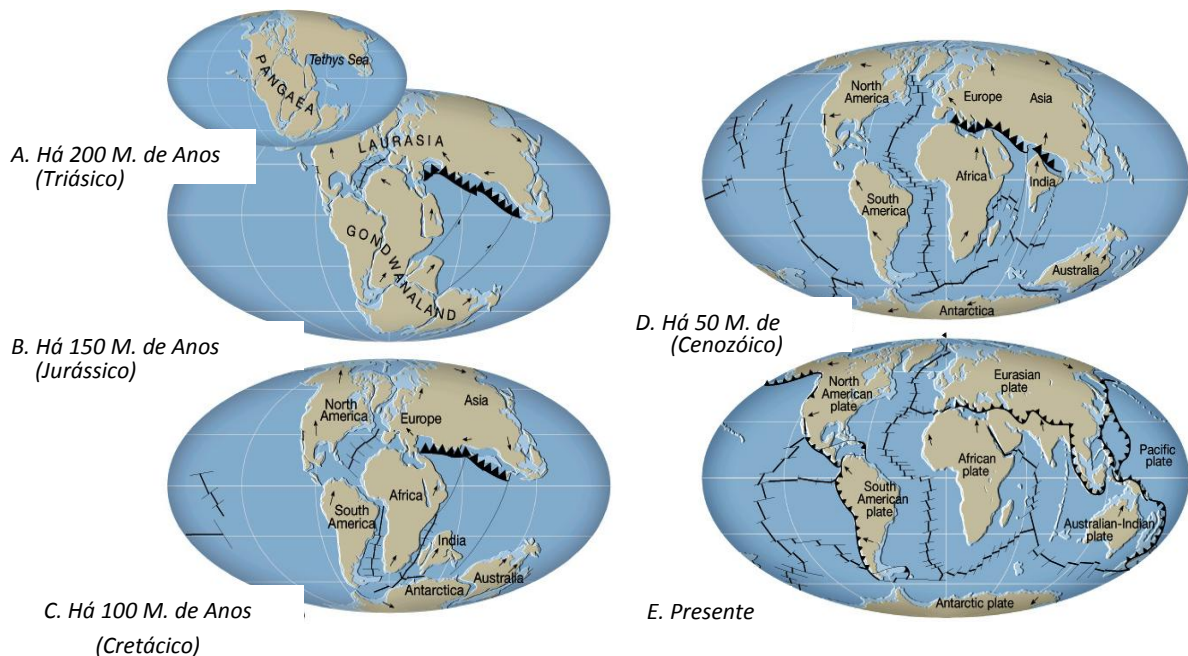


Figura 1 – Esquema da evolução das placas tectónicas desde há 200 milhões de anos até à actualidade (in <http://www.gasd.k12.pa.us/~dpompa/Mini%20Lecture.html>)

Desde Lotze (1954) a Ribeiro *et al.* (1979), para só citar dois exemplos, que se consideram no território continental português, três unidades geológicas de características bem definidas: o Maciço Ibérico, ante-Mesozóico, as Orlas Mesocenozóicas, Ocidental e Meridional, e a Bacia Cenozóica do Tejo e do Sado (fig. 2).

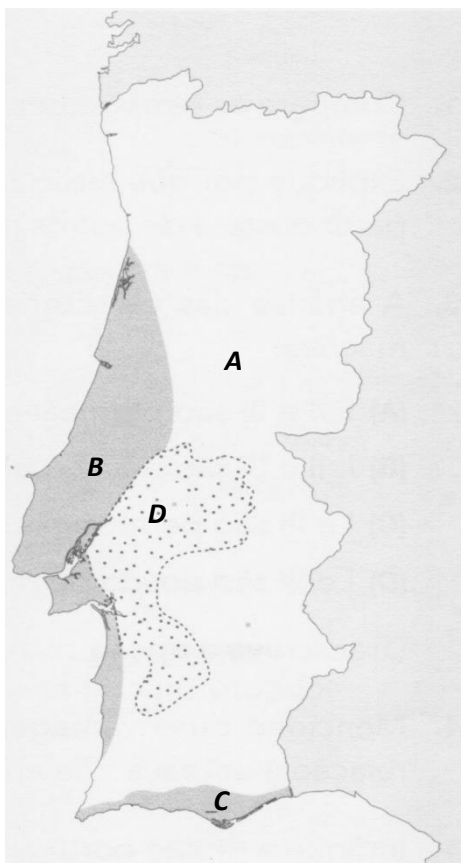


Figura 2 – Unidades geológicas do território continental português: A - Maciço Ibérico; B - Orla Mesocenozóica Ocidental; C - Orla Mesocenozóica Meridional; D - Bacia Cenozóica do Tejo e do Sado (modificado de Santos *et al.*, 2002).

O Maciço Ibérico, também designado por Maciço Hespérico, Hercínico ou Varíscico, corresponde ao segmento do soco hercínico que aflora na Península Ibérica. É constituído por rochas com idades compreendidas entre o Proterozóico e o Carbónico, variavelmente deformadas e metamorfizadas, durante a orogenia varisca ou hercínica, e intruídas por enormes volumes de magmas graníticos, cuja geração está associada a esta orogenia (Galopim de Carvalho, 2003; Azevedo, 2007).

Neste maciço podem definir-se zonas com características paleogeográficas, tectónicas, metamórficas e plutónicas distintas, muitas vezes separadas por importantes acidentes cavalgantes com direcção predominante NW-SE.



Nesta região destacam-se extensos afloramentos de granitos, de diversas idades e tipos e outros plutonitos, assim como vestígios de actividade vulcânica, de natureza básica ou ácida, intercalados nos sedimentos pré-Câmbricos e Paleozóicos, constituindo séries vulcano-sedimentares (Galopim de Carvalho, 2002) (fig.3).



Figura 3 – Mapa Geológico de Portugal (simplificado) (fonte: INETI).

Em termos de rochas metamórficas há a destacar, na zona de Morais e Bragança, as formações pré-Câmbricas mais antigas, o Complexo Xisto-grauváquico ante-Ordovícico, na zona das Beiras e espessas bancadas de quartzitos e vários xistosossilíferos, na zona da Beira Interior, e, mais para Sul, na região do Alto Alentejo, uma série flischóide ou “Série negra”, à qual se atribui uma idade do Proterozóico superior. No Baixo Alentejo, com deformação, metamorfismo e magmatismo menos intensos, pois corresponde às zonas externas da cadeia varisca ibérica, encontram-se o Complexo Ofiolítico e a chamada Faixa Piritosa do Alentejo, esta associada a formações vulcano-sedimentares (Galopim de Carvalho, 2002; Azevedo, 2007).

O Maciço encontra-se localmente coberto por depósitos detríticos discordantes de idade terciária e quaternária, cuja espessura não ultrapassa, em média, os 200-300 metros (Galopim de Carvalho, 2002).

A formação das Orlas Mesocenoicas, a partir do Pérmico, está relacionada com os episódios preliminares da abertura do Oceano Atlântico. Os depósitos, pouco deformados, são constituídos por sedimentos do Mesozóico que reflectem os movimentos tectónicos associados àqueles episódios e às variações do nível do mar, por eles induzidas. Os sedimentos preencheram, sobretudo, depressões localizadas sobre o bordo do Maciço Ibérico que estaria emerso desde então. Além dos depósitos sedimentares, existem ainda manifestações magmáticas que, no território português, são particularmente importantes no final da Era Mesozóica (os maciços subvulcânicos de Sintra, Sines e Monchique e Complexo vulcânico de Lisboa - Mafra) (Galopim de Carvalho, 2002; Azevedo, 2007).

Durante o Mesozóico instalou-se, na orla ocidental, a Bacia Lusitânica, uma fossa alongada, com direcção NNE-SSW, em cujo eixo os sedimentos apresentam espessura máxima. Numa primeira fase, Triásico superior, o seu enchimento fez-se, essencialmente, com materiais oriundos da erosão de relevos hercínicos e são, portanto, de natureza siliciclástica, depositados em ambientes aluvio-fluviais. A esta série, sucedem-se, no tempo e no espaço, rochas margosas e detríticas, intercaladas e cobertas por rochas francamente calcárias, denunciadoras da instalação, na bacia, de um ambiente com carácter litoral (lagunar e de planície de maré), progredindo para a instalação de uma rampa carbonatada. No entanto, no final do Jurássico, assiste-se a uma regressão marinha, com exposição sub-aérea que estará na origem de depósitos com características lacustres a margino – marinhos (Azerêdo *et al.*, 2003).

A Bacia Algarvia, situada na orla meridional, com direcção E-W, é afectada por flexuras causadas por movimentos distensivos associados à fase de pré -“rifting” (Triásico). Os depósitos Mesozóicos afloram, praticamente, ao longo de todo o bordo



setentrional desta bacia, tornando-se, as séries, mais espessas de W para E, apresentando fácies de maior profundidade neste sentido, reflectindo um aprofundamento gradual desta bacia, registado na sucessão de rochas essencialmente siliciclásticas para rochas dolomíticas e calcárias. Esta bacia também regista a tendência regressiva gradual que ocorreu no final do Jurássico (Azerêdo *et al.*, 2003).

As Bacias Cenozóicas do Tejo e do Sado resultam da instalação de dois importantes golfos que subdividiram, durante o Terciário, a Orla Mesozóica Ocidental, cujo enchimento é predominantemente siliciclástico, de fácies quase sempre continental ou lacustre, acumuladas em depressões com dimensões e localização variáveis, admitindo-se uma espessura máxima de 1400 metros na bacia do Tejo e cerca de 300 metros na bacia do Sado (Galopim de Carvalho, 2003; Azevedo, 2007).

## II. 2. Contexto Geológico da Bacia Lusitânica

---

A Bacia Lusitânica, ou Bacia Ocidental Portuguesa, localiza-se na margem ocidental da Península Ibérica e constitui uma depressão alongada segundo a direcção NNW-SSE (fig. 4). É limitada, a Este, por um complexo sistema de falhas (Porto - Tomar; Arrife - Vale Inferior do Tejo; Setúbal – Pinhal Novo) e, a Sul, por um ramo da falha Porto – Tomar, que se estende até ao canhão de Setúbal. O seu limite setentrional é incerto, enquanto o ocidental é marcado por um conjunto de blocos do soco elevados (“horsts”). A parte emersa deste sistema de “horsts” está representada actualmente pelo arquipélago das Berlengas que tem sido interpretado como a última expressão da massa continental que se separou da Península Ibérica durante a abertura do Atlântico (Kullberg, 2000; Azerêdo *et al.*, 2002; Kullberg *et al.*, 2006).

A Bacia Lusitânica é uma bacia sedimentar, com cerca de 300 km de comprimento e aproximadamente 150 km de largura máxima, sendo preenchida por sedimentos, que atingem uma espessura limite de cerca de 5 km; o seu desenvolvimento ocorreu ao longo de cerca de 135 M.a. (Triásico superior e Cretácico) e a dinâmica enquadra-se no contexto da fragmentação da Pangeia, durante a abertura do Atlântico Norte (Azerêdo *et al.*, 2002; Kullberg *et al.*, 2006).



Figura 4 – Esquema estrutural do bordo Oeste da Península Ibérica e localização geográfica da Bacia Lusitânica (adaptado de Bernardes, 1992).

O estágio inicial do desenvolvimento da Bacia Lusitânica corresponde ao primeiro episódio de “rifting”, em que a bacia, devido a forças distensivas, se estruturou segundo uma geometria em “graben”, ao longo de falhas com direcção NNW-SSE e NW-SE, que correspondem a estruturas formadas no final da orogenia varisca (Ribeiro *et al.*, 1979) e reactivadas durante a abertura do Atlântico (fig. 5) (Kullberg *et al.*, 2006).

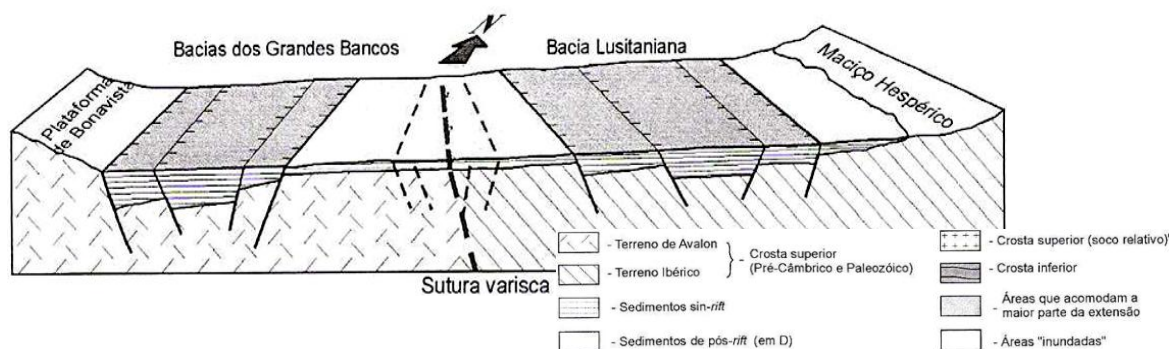


Figura 5 – Estruturação da Bacia Lusitânica durante o 1º episódio de “rifting” (Triásico-Hetangiano) (in Kullberg, 2000).

Durante o Jurássico inferior (Sinemuriano) a Bacia Lusitânica passa a estruturar-se num “half-graben”, basculado e limitado a Oeste pelo “horst” das Berlengas. Deste modo, passa a constituir uma bacia interna desenvolvida sob um mar epicontinental (fig. 6).

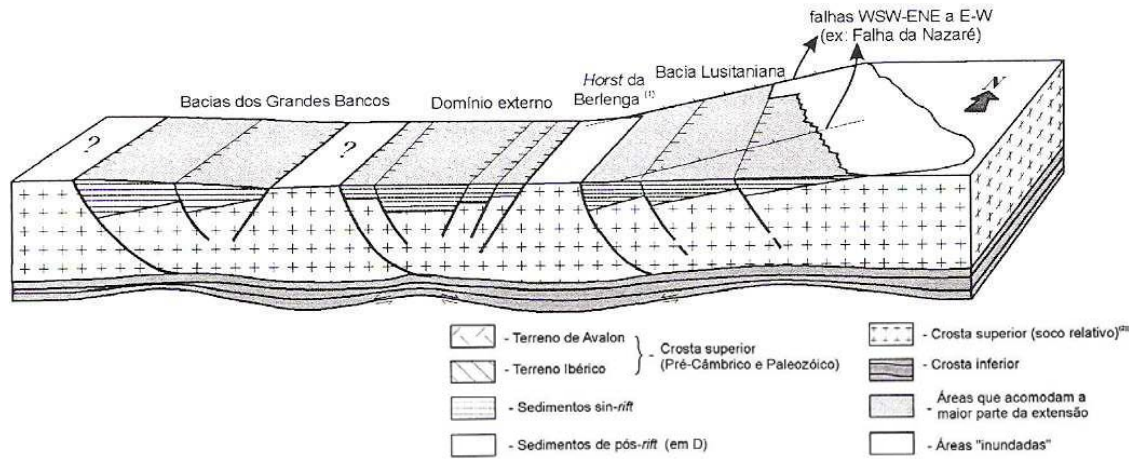


Figura 6 – Estruturação da Bacia Lusitânica durante o 2º episódio de “rifting” (Sinemuriano-Carixiano) (in Kullberg, 2000).

Segundo Kullberg *et al.* (2006), é a partir do segundo episódio de “rifting” (Sinemuriano – Carixiano) e devido a subsidência diferencial, que se originaram diferentes depocentros, definindo três sectores (fig. 7):

- o sector norte, localizado a Norte da falha da Nazaré, com grande espessura de sedimentos durante o Jurássico inferior – médio e Cretácico superior;
- o sector central, situado entre as falhas da Nazaré e o estuário do Tejo, onde o Jurássico médio aflora bem correspondendo, grosso modo, ao actual Maciço Calcário Estremenho;
- o sector sul ou sector da Arrábida, importante pela sedimentação durante o Jurássico superior – Cretácico inferior.

As novas condições paleogeográficas são responsáveis pela deposição de uma sequência relativamente espessa de calcários e margas, indicadoras de ambientes sedimentares profundos, verificando-se, até ao final do Jurássico médio, o desenvolvimento de uma rampa carbonatada apenas interrompida por uma deposição siliciclástica, entre o Toarciano e o Aaleniano, que representa uma pequena tendência regressiva neste período (Kullberg *et al.*, 2006). A distensão ocorrida no Oxfordiano médio – superior, que precede uma nova fase de “rifting”, restabelece as condições da plataforma carbonatada.

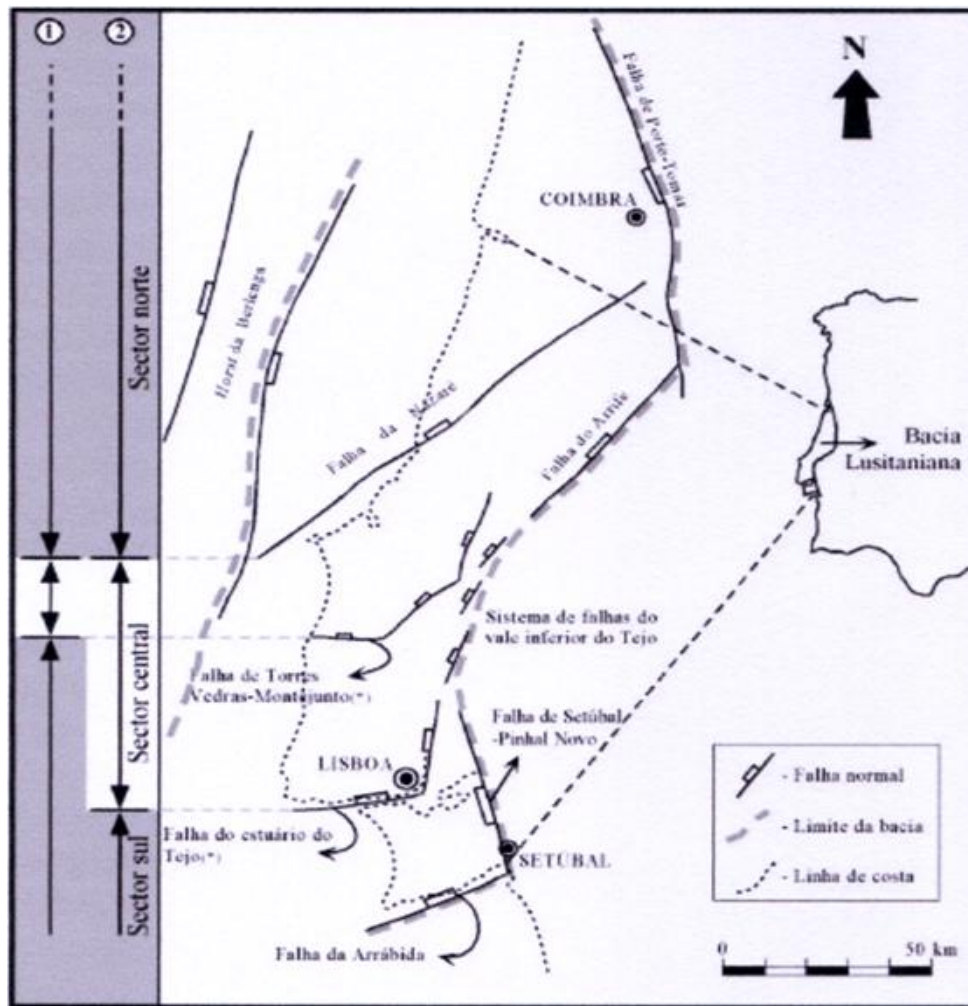


Figura 7 – Localização dos limites da Bacia Lusitânica e das falhas que constituem fronteiras internas importantes ao longo da evolução da bacia. Divisão da bacia em sectores 1) segundo Rocha e Soares (1984) e 2) segundo Ribeiro *et al.* (1996) (in Kullberg, 2000).

Durante o Kimeridgiano, um novo episódio de “rifting” (o 3º) confere à bacia uma morfologia em “graben” central com “half-grabens” periféricos, fragmentando-a em sub-bacias especialmente evidentes no sector central: a sub-bacia do Bombarral a Norte, confinando com as sub-bacias do Turcifal a Sudoeste e da Arruda a Sudeste, através da Falha de Torres – Vedras/Montejunto (Kullberg *et al.*, 2006). As falhas responsáveis por esta geometria constituem os limites tectónicos da Bacia Lusitânica (fig. 8); o transporte de material siliciclástico, proveniente tanto de E como de W, deu origem à implantação de importantes sistemas de cones deltaicos submarinos em domínio de plataforma carbonatada – terrígena, datados do Kimeridgiano (Kullberg *et al.*, 2006).



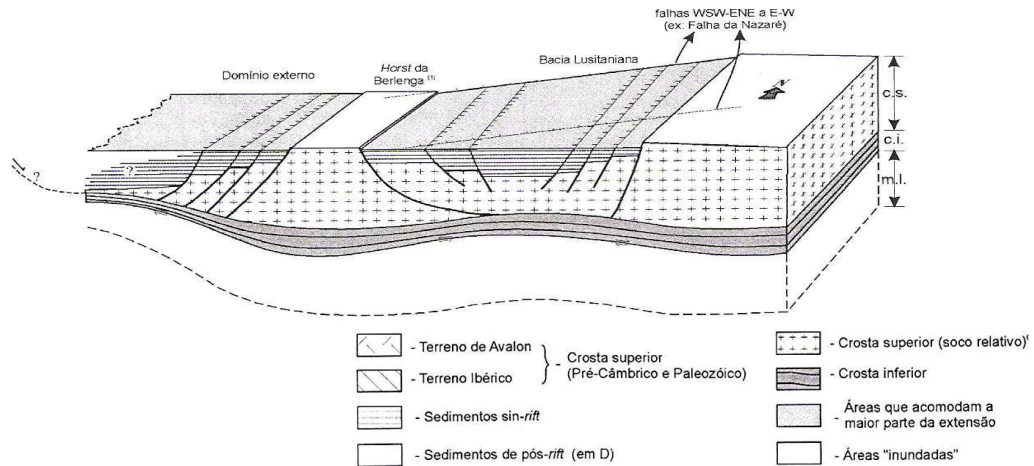


Figura 8 – Estruturação da Bacia Lusitânica durante o 3º episódio de "rifting" (Kimeridgiano inferior) (in Kullberg, 2000).

Até ao final do Jurássico superior verificou-se uma tendência para a colmatação progressiva da bacia, com a passagem a ambientes de menor profundidade até terminar num sistema fluvial continental, com excepção da região de Sintra – Cascais – Arrábida ocidental que passa a funcionar como um golfo, sem comunicação para Norte e com raras conexões com o domínio externo a Oeste, constituindo a única área imersa da bacia.

Durante o Cretácico inferior, inicia-se o 4º episódio de "rifting", que poderá ter sido precedido por inversão tectónica, dado existir uma lacuna estratiográfica que se estende a toda a Bacia Lusitânica, com excepção da região de Sintra – Cascais onde continua a ocorrer sedimentação carbonatada marinha. O enchimento é, essencialmente, siliciclástico, correspondente a depósitos aluviais, provenientes de relevos continentais do Maciço Ibérico e do "horst" das Berlengas (fig. 9).

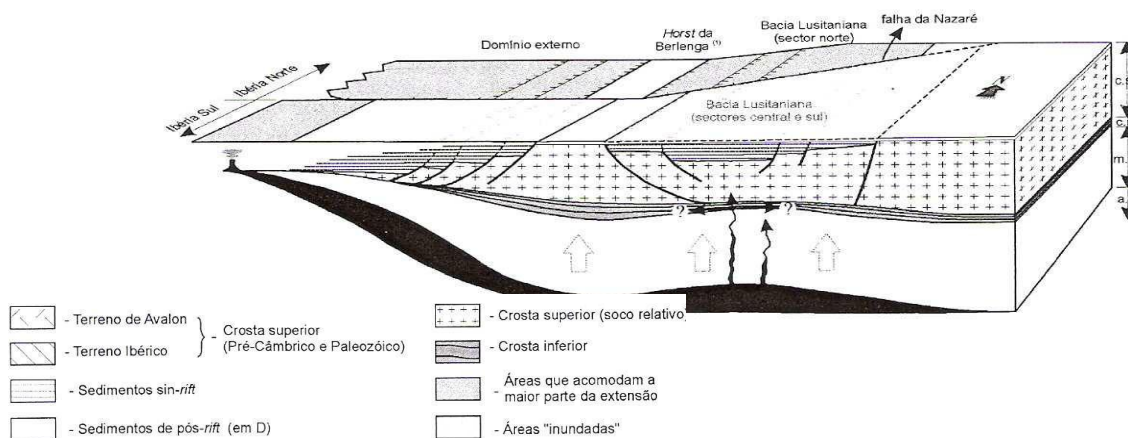


Figura 9 – Estruturação da Bacia Lusitânica durante o 4º episódio de "rifting" (Aptiano superior) (in Kullberg, 2000).

Ao 4º episódio de “rifting” associam-se ainda importantes manifestações magmáticas de natureza alcalina que parecem ter constituído o mecanismo despoletador do diapirismo.

Kullberg (2000), em relação aos quatro episódios de “rifting”, salienta os seguintes aspectos:

- o início de cada episódio é marcado por um período distensivo, com importante reactivação de falhas normais;
- as fases de “rifting” introduzem modificações estruturais, geométricas e/ou cinemáticas importantes à escala da bacia;
- as transformações de origem tectónica produzem efeitos importantes no preenchimento sedimentar, particularmente no que se refere à geometria das unidades e das respectivas fácies;
- as unidades litoestratigráficas estão limitadas por descontinuidades.

Na figura 10 apresenta-se um resumo das unidades litoestratigráficas e dos processos que estiveram na origem e formação da Bacia Lusitânica (Kullberg *et al.*, 2006).

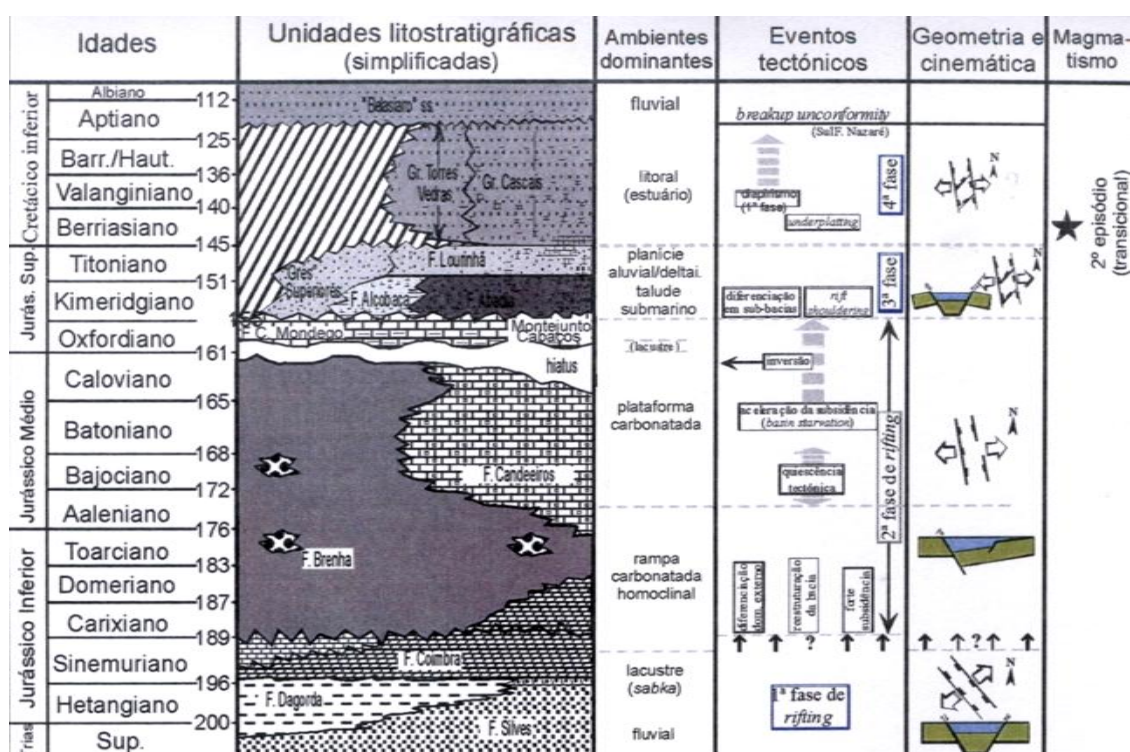


Figura 10 – Quadro simplificado das unidades litoestratigráficas da Bacia Lusitânica (adaptado de Azeredo *et al.*, 2003), e quadro das relações entre eventos sedimentares, tectónicos e magmáticos no período de sin-“rift” (modificado de Kullberg, 2000) (idades de Gradstein *et al.*, 2004) (in Kullberg *et al.*, 2006).

A partir do Cretácico inferior (Aptiano) (fase pós -“rift”) e com a formação de uma margem passiva a Oeste da Bacia Lusitânica é possível, segundo Callapez (1999; 2006), distinguir duas etapas fundamentais de enchimento da Bacia.

A primeira etapa (Cenomaniano - Turoniano), determinada por uma transgressão marinha, corresponde à instalação de uma plataforma carbonatada de tipo recifal com rudistas e corais (Galopim de Carvalho, 2003).

A segunda etapa de enchimento (Campaniano superior – Maastrichtiano) é caracterizada por uma sedimentação essencialmente lutítica, constituída por sucessões de argilitos avermelhados com restos de pequenos vertebrados e moluscos terrestres, intercalados com níveis arenosos grosseiros, indicando o desenvolvimento de um extenso sistema aluvial meandriforme (Callapez, 1999). Segue-se uma transição gradual para domínios mais externos de natureza lagunar ou litoral (Callapez, 2006).

## II. 3. Contexto Geológico da Sub-Bacia do Bombarral

---

Os movimentos halocinéticos e tectónicos, que conduziram à estruturação da Bacia Lusitânica, assim como uma forte aceleração na velocidade de distensão durante a terceira fase de “rifting”, condicionaram a diferenciação, no sector central, de três sub-bacias atrás referidas: a do Turcifal, a Sudoeste, a da Arruda, a Sudeste e a do Bombarral, a Norte (fig. 11) (Wilson, 1979; Kullberg *et al.*, 2006).

Algumas observações que apoiam o supracitado são:

a) a base do Jurássico superior é marcada, em quase toda a Bacia Lusitânica, por uma importante discordância associada aos diapiros salinos, o que sugere que os maiores movimentos halocinéticos se tenham iniciado durante o Oxfordiano inferior;

b) a lacuna estratigráfica, associada ao Oxfordiano, sugere que a área esteve sujeita a um levantamento, mais pronunciado sobre as estruturas diapíricas. Após este movimento, a erosão e /ou a subsidência terá nivelado a área até ao nível do mar;

c) no final do Oxfordiano a deposição, a Norte do diapiro das Caldas da Rainha, era dominada por carbonatos de água doce e fácies marinhas de circulação restringida (fig. 11) (Wilson, 1979).

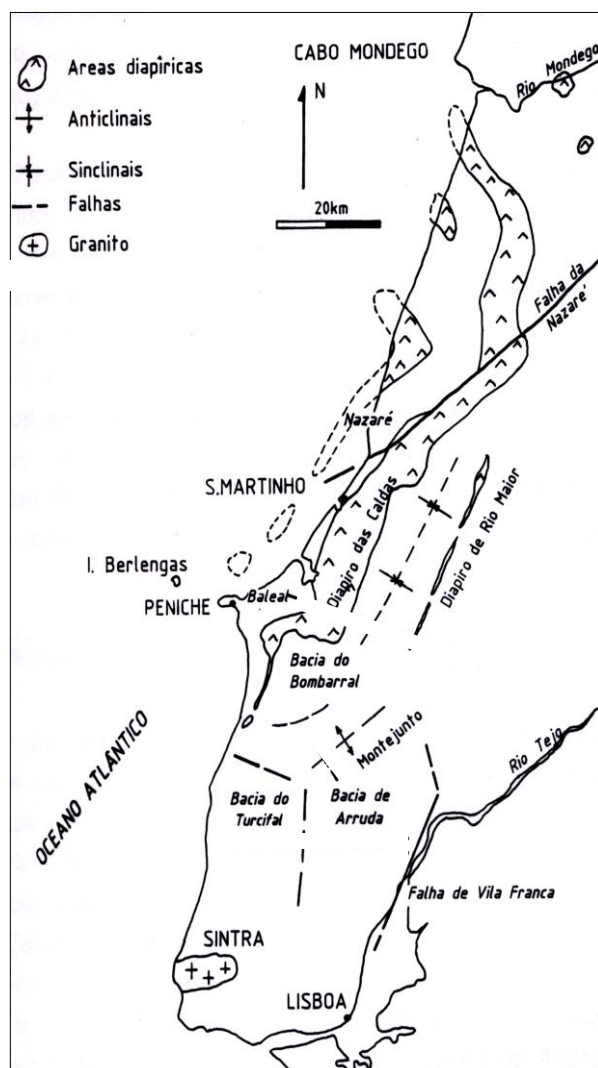


Figura 11 – Sub-bacias da Bacia Lusitânica (Wilson, 1979, *in* Bernardes, 1992).

Neste contexto, o diapiro das Caldas da Rainha formaria como que uma cadeia de ilhas ou baixios que funcionava como barreira geográfica. A orientação geral NNE-SSW, do trecho diapírico Santa Cruz – Caldas, coincide com a da sub-bacia do Bombarral, cujos depósitos definem um sinclinal com eixo ENE-WSW; a sub-bacia é limitada por estruturas diapíricas a Oeste, pelo diapiro de Caldas da Rainha – Vimeiro – Santa Cruz e, a Leste, pelo anticlinal de Montejunto (fig. 12) (Wilson, 1979).

Devido à sua geometria e aos condicionalismos geotectónicos na sub-bacia do Bombarral, a base do Kimeridgiano é marcada por um influxo de sedimentos terrígenos, provenientes do “horst” das Berlengas os quais, especialmente à volta dos diapiros, são discordantes com os depósitos suprajacentes (fig. 13 A). O aumento da taxa de



subsidência e a tectónica local exerceram uma forte influência na distribuição de fácies (diapiro de Santa Cruz e Caldas da Rainha e a falha de Vila Franca) (Wilson, 1979).

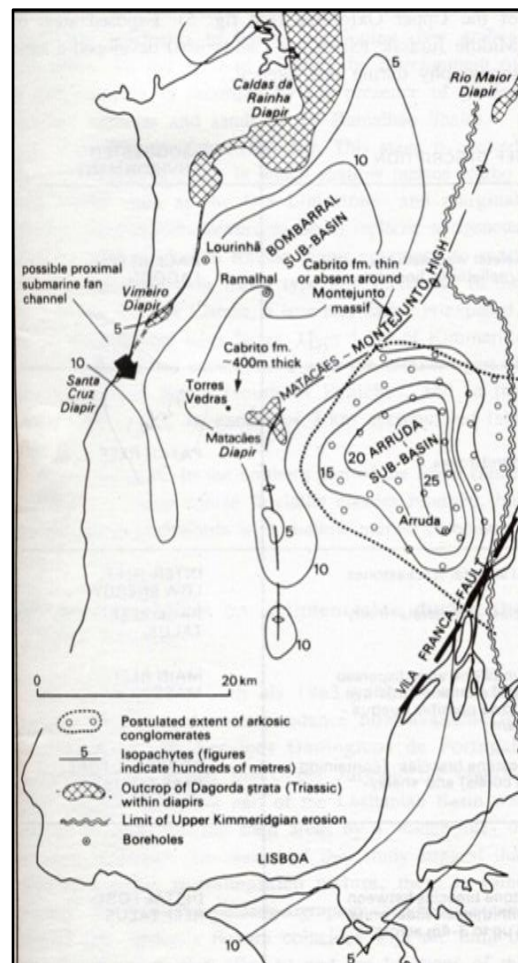


Figura 12 – Mapa de isópacas para o Kimeridgiano na parte Sul da Bacia Lusitânica (*in* Wilson, 1979).

O Kimeridgiano superior é marcado por uma fase transgressiva na qual as fácies marinhas de águas pouco profundas substituem a sedimentação terrígena (fig. 13 B). O diapiro das Caldas continua a exercer uma forte influência sobre o tipo de geometria dos depósitos. Os depósitos do Jurássico terminal (Titoniano) correspondem a uma possante sequência fluvial que, nas zonas mais profundas (sub-bacia da Arruda), interdigita com carbonatos marinhos pouco profundos (Wilson, 1979).

Esta sequência fluvial mantém-se durante o Cretácico inferior (Berriasiano - Valanginiano) (fig. 14 A), altura em que se inicia um ciclo de transgressão / regressão em que o mar avança até Torres Vedras (máximo transgressivo na passagem Valanginiano - Hauteriviano), originando sistemas carbonatados inter a supramareais ou depósitos finos, característicos de ambientes deltaicos e fluviais que progridem de Sul (da região de Sintra – Cascais) para Norte e Leste (fig. 14 B) (Rey, 1979; Rey *et al.*, 2006).

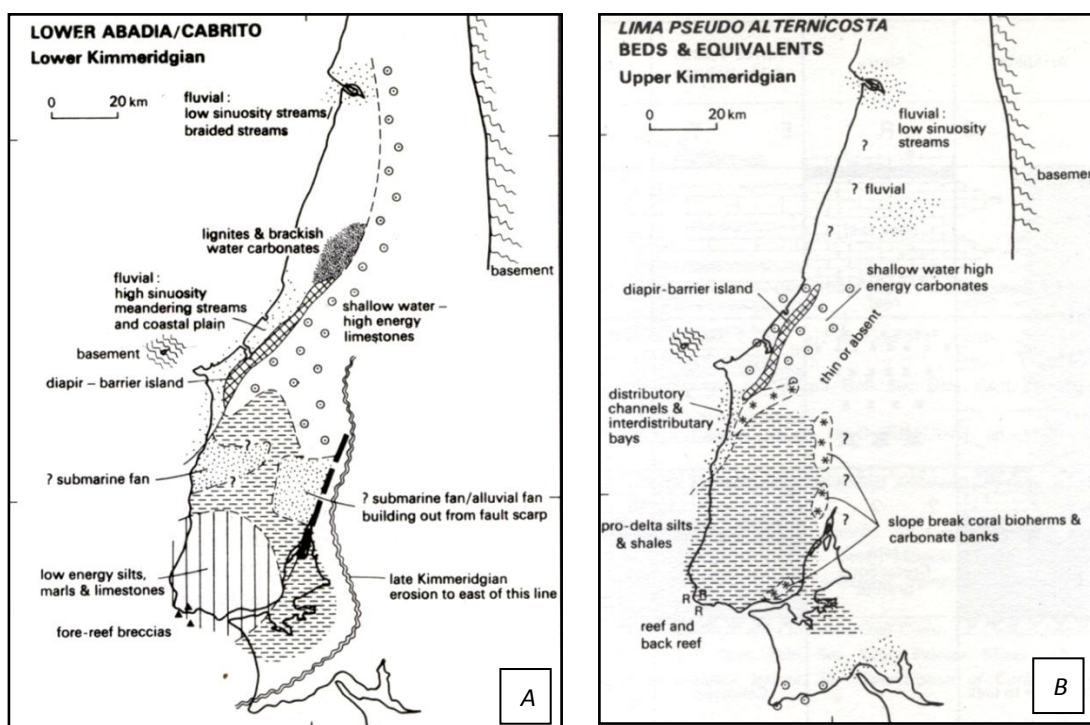


Figura 13 – Mapa paleogeográfico para o Kimmeridgiano inferior (A) e superior (B) (in Wilson, 1979).

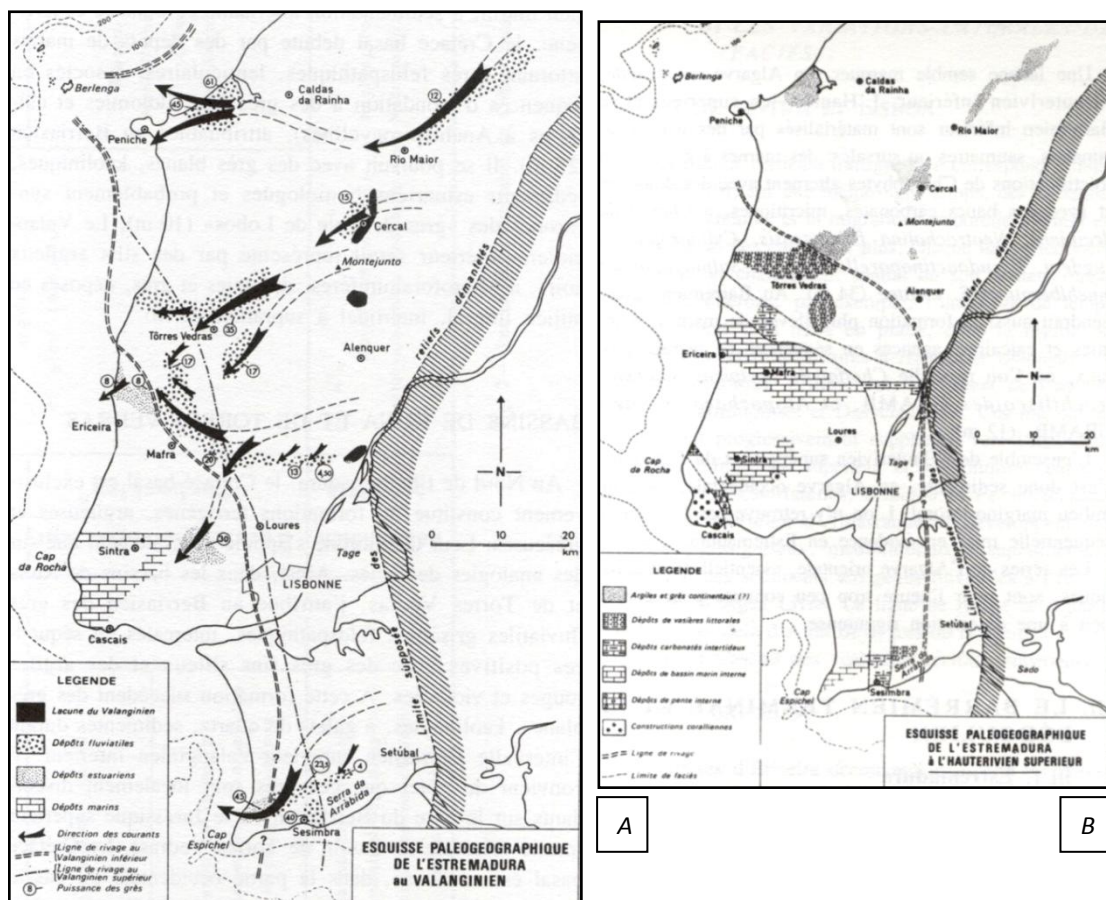


Figura 14 – Esboço paleogeográfico da Estremadura no Valanginiano (A) e no Hauteriviano (B) (in Rey, 1979).

Até ao final do Cretácico inferior (Albiano), na zona de Torres Vedras, assiste-se a um período regressivo, com colmatção da bacia, e como tal a uma progradação de corpos sedimentares em direcção ao seu depocentro (Cascais), ou seja, as bacias litorais e parálicas, são cobertas por planícies aluviais ocupadas por cursos de água entrançados com drenagem para Oeste (fig. 15) (Rey *et al.*, 2006).

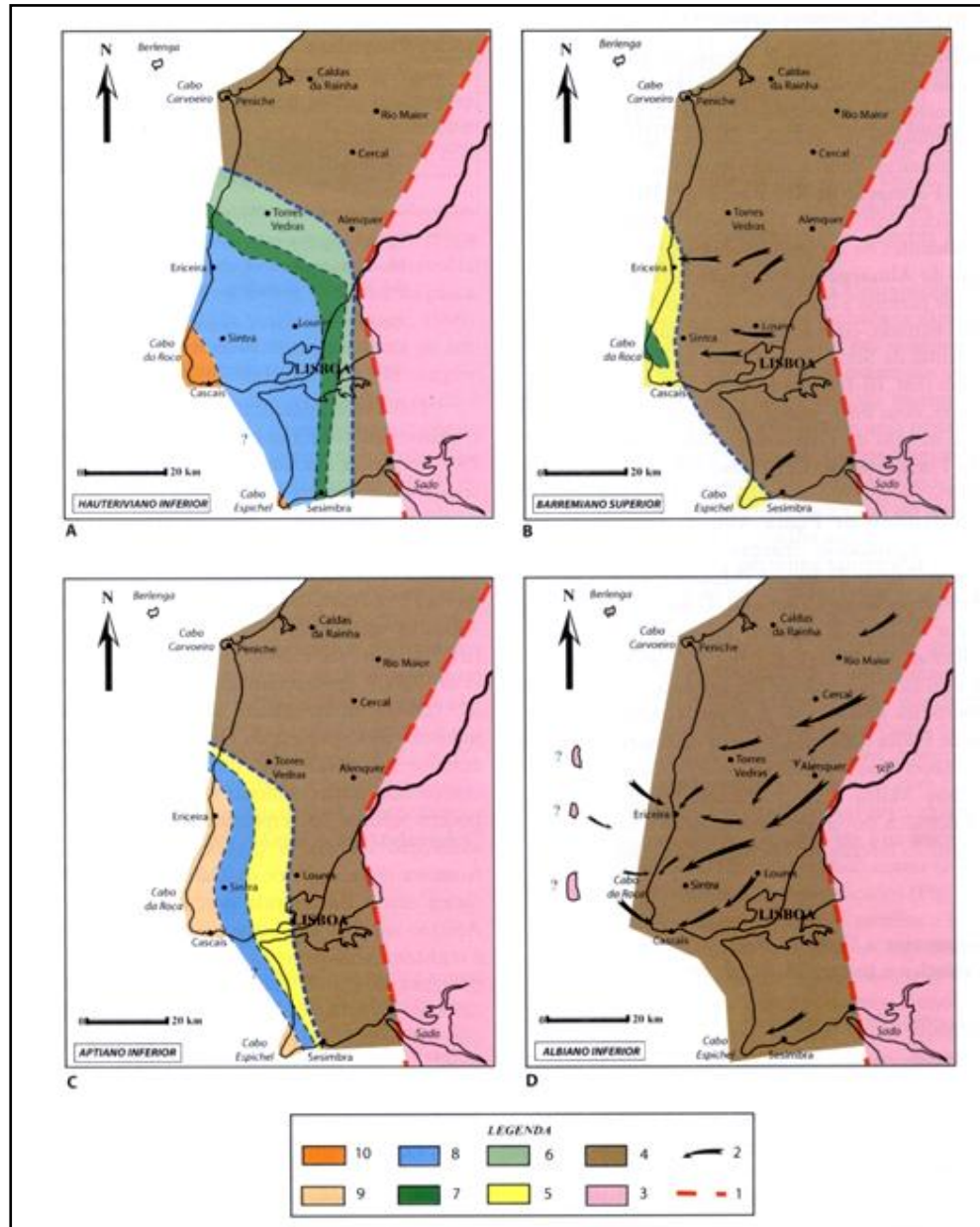


Figura 15 - Etapas da evolução paleogeográfica do sector meridional da Bacia Lusitânica no Cretácico inferior: 1- Limite suposto das áreas erodidas; 2- direcção das correntes fluviais; 3- Maciço Hespérico; 4- depósitos fluviais; 5- depósitos detríticos intermareais; 6- depósitos de planícies lodosas; 7- depósitos carbonatados intermareais; 8- depósitos carbonatados da plataforma interna; 9- depósitos de plataforma intermédia; 10- bioconstruções recifais (*in* Rey *et al.*, 2006).



Ao longo do Albiano e do Cenomaniano, os ambientes fluviais são gradualmente substituídos por sistemas clásticos ou mistos de transição (deltaicos, estuarinos ou de plataforma litoral) numa clara evolução transgressiva expressa na instalação progressiva de uma plataforma carbonatada iniciada na região de Lisboa (fig. 16) (Rey *et al.*, 2006).

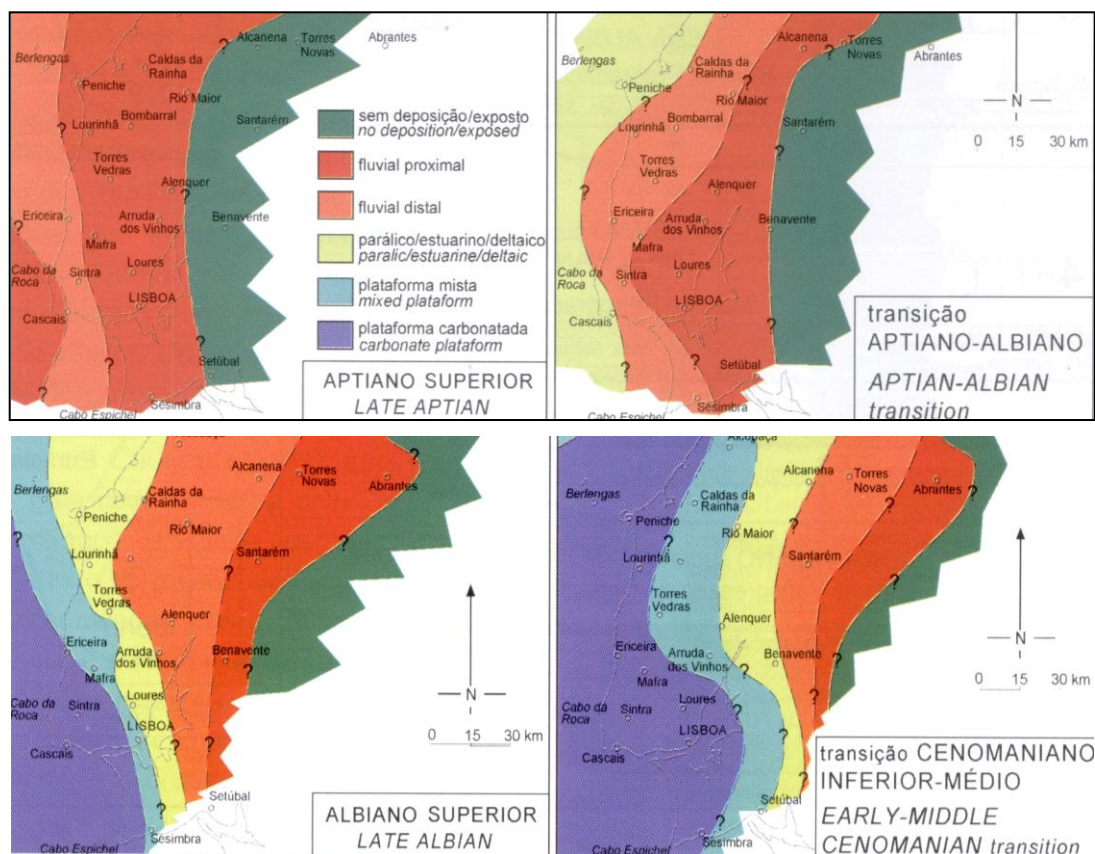


Figura 16 – Excerto dos esboços paleogeográficos na Margem Ocidental Portuguesa desde o Aptiano superior até à transição do Cenomaniano inferior ou médio (adaptado de Rey *et al.*, 2006).

Na zona de Torres Vedras, os primeiros depósitos carbonatados pertencem ao Cenomaniano médio ou à base do Cenomaniano superior. A transgressão amplia-se, consideravelmente, no Cenomaniano médio, quando se sedimentam calcários de plataforma interna que apresentam uma organização sequencial tendencialmente positiva, revelando duas etapas principais do movimento transgressivo em direcção a Norte e a Este (fig. 17) (Rey *et al.*, 2006).

Após o máximo transgressivo, sucede-se uma evolução progradante e regressiva. A inversão tectónica da bacia que ocorre no final do Cretácico superior é acompanhada por actividade magmática alcalina associada, a qual, na região de Torres Vedras, está

representada pelo Complexo Intrusivo de Mafra e pelo Complexo Vulcânico de Lisboa (Martins, 2006), também referido na bibliografia pelo Complexo Basáltico de Lisboa – Mafra (Aires-Barros, 1979). É constituído por vários mantos basálticos intercalados por leitos piroclásticos e níveis sedimentares e filões intrusivos que cortam indistintamente as várias formações do Jurássico e Cretácico.

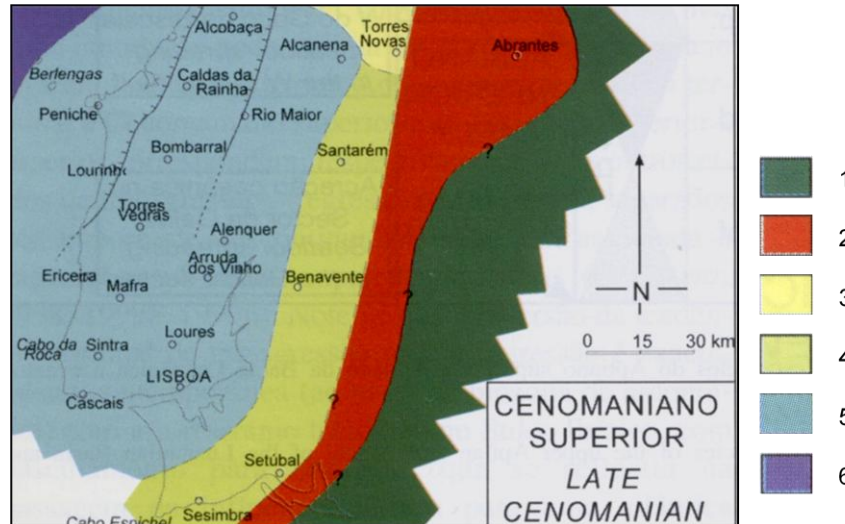


Figura 17 – Excerto do esboço paleogeográfico da plataforma carbonatada ocidental portuguesa durante o Cenomaniano superior: 1- sem deposição/exposto; 2- sistema fluvial proximal; 3- domínio lagunar de plataforma interna com fácies mistas, com ostraídeos; 4- plataforma interna com fácies mistas; 5- plataforma interna; 6- plataforma externa (adaptado de Rey *et al.*, 2006).

Do ponto de vista sedimentar, a região a Sul da Falha da Nazaré foi quase totalmente abandonada pelo mar após a regressão cenomaniana, pelo que os depósitos do Cenozóico são essencialmente de natureza detrítica. O Quaternário está representado por depósitos de praia, terraços, dunas e aluviões (Almeida *et al.*, 2000).

Na figura 18, segundo Kullberg (2000), resume-se as unidades litoestratigráficas que podemos encontrar na sub-bacia do Bombarral, desde o Jurássico superior ao Cretácico inferior e das quais se apresenta uma breve descrição:

- Formação de Cabaços: mediante uma descontinuidade sobre os depósitos infrajacentes, é constituída por calcários betuminosos, depositados em ambientes lacustres com salinidade variável a marinhos;
- Formação de Montejunto: constituída por calcários micríticos compactos, por vezes com intercalações margosas; correspondem a ambientes marinhos de plataforma carbonatada interna de pequena profundidade;

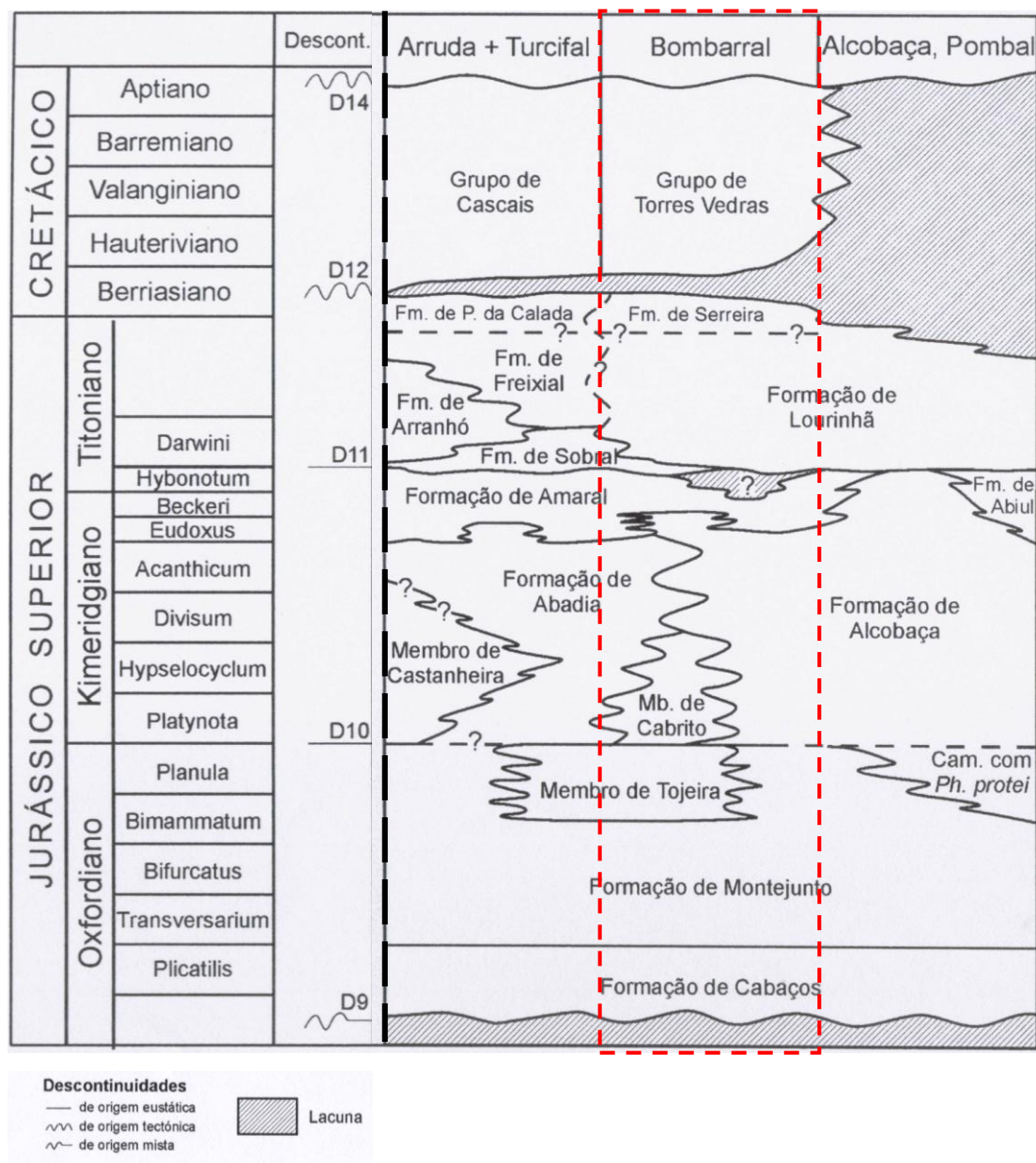


Figura 18 – Unidades litoestratigráficas do Jurássico superior e Cretácico inferior da sub-bacia do Bombarral (Adaptado de Kullberg *et al.*, 2006).

- Formação da Tojeira: constituída por argilas negras com fauna indicativa de ambiente nerítico profundo a batial;
- Formação da Abadia: essencialmente siliciclástica, constituída por margas com intercalações de arenitos grosseiros e conglomerados, depositados em sistema progradante de rampa submarina;

- Formação de Alcobaça: é o equivalente lateral da formação da Abadia; é constituída por alternância de margas e calcários detríticos, representando um ambiente de sedimentação de plataforma siliciclástica - carbonatada de pequena profundidade;
- Formação de Amaral: é composta por calcários, por vezes dolomíticos e conglomerados, depositados em ambientes marinhos intermareais a infralitorais, com influência de mar aberto;
- Formação da Lourinhã: é constituída por unidades detríticas marinhas de pequena profundidade, com algumas intercalações carbonatadas;
- Grupo de Torres Vedras: é limitado, na base, por uma descontinuidade estratigráfica e constituído por sedimentos detríticos e carbonatados, sobrepostos por argilas vermelhas, azuis e violáceas; o ambiente dominante é o aluvial de canais anastomosados.





### III. A Região da Maceira (Torres Vedras)

#### III.1. Enquadramento Geográfico

A área de estudo situa-se na freguesia de Nossa Senhora da Conceição da Maceira, no Concelho de Torres Vedras (fig. 19).

Esta região é conhecida, desde 1309, com a designação de Maceira dos Frades de Alcobaça, devido à sua ligação aos monges de Cister de Alcobaça. Era, então, um dos lugares mais produtivos de Torres Vedras, tendo, desde essa data, o seu crescimento económico e demográfico sido constante. Actualmente, é uma freguesia riquíssima em vestígios arqueológicos, e o turismo e a exploração termal são as principais actividades da população de Maceira.

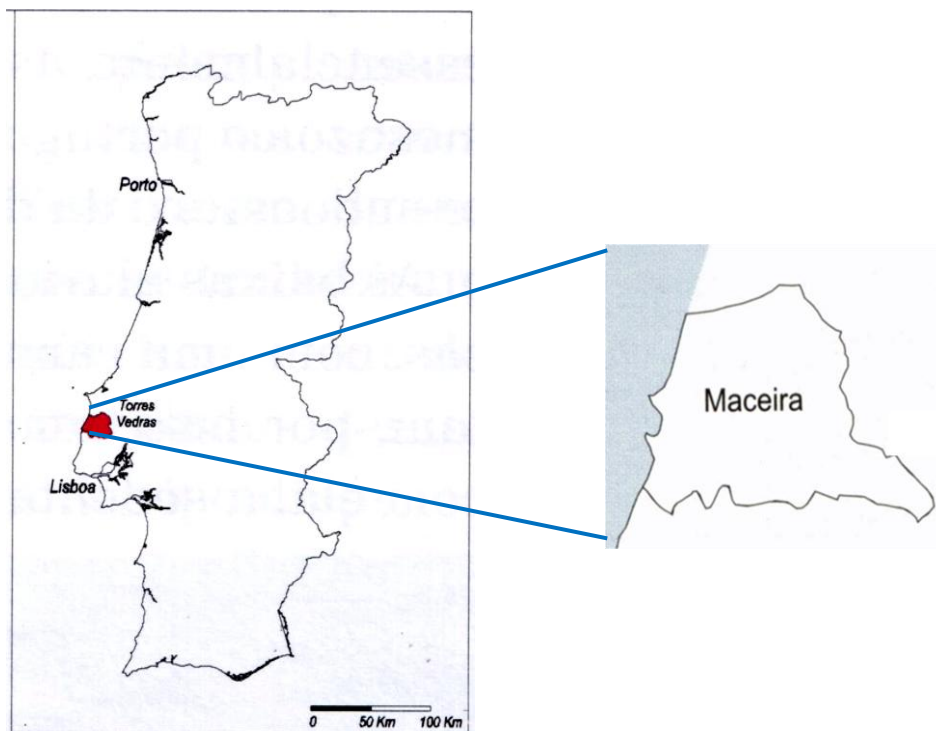


Figura 19 – Localização geográfica da Maceira (adaptado de Dias & Simões, 2006).

A zona de estudo está dominada pelo rio Alcabrichel, que nasce na vertente ocidental da Serra de Montejunto, o qual, devido às características geológicas e tectónicas da área, cria uma grande riqueza de formas de relevo (Almeida *et al.*, 2000).

### III.2 A Geologia, o Homem e a Região

---

Desde sempre a geologia de uma região condicionou a sua ocupação pelo Homem, assim como o seu modo de vida; alguns dos exemplos mais divulgados são aldeias cujas casas são construídas em blocos de granito, as vinhas da ilha do Pico, plantadas em terrenos de origem basáltica, ou a ocupação de cavernas (grutas) pelo Homem primitivo.

Como exemplo da ocupação pelo homem primitivo, na região, pode-se citar o Complexo Cársico da Maceira, que reúne diversas grutas pré-históricas que têm sido estudadas, desde finais do século XIX, por vários investigadores (fig. 20). Nelas têm sido recolhidos importantes testemunhos arqueológicos, evidenciando a sua utilização pelo homem e animais, desde o Plistocénico superior até à Idade do Bronze (Almeida, 2002).

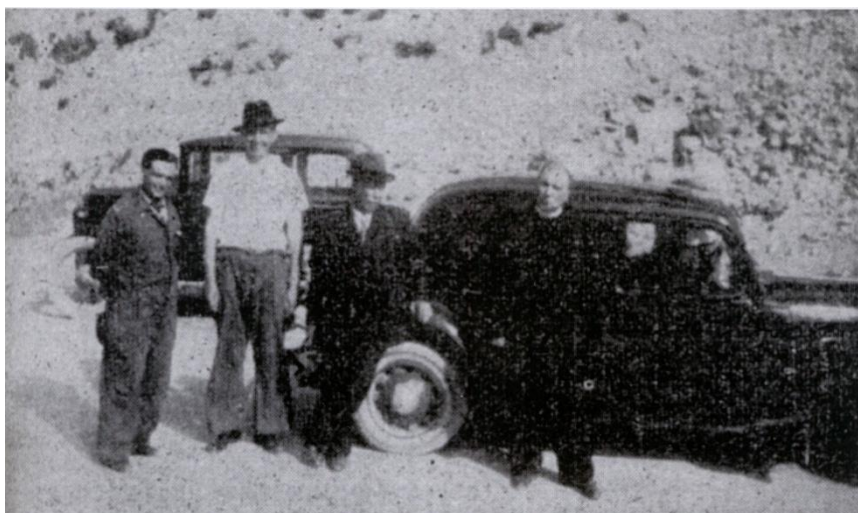


Figura 20 – Um dos primeiros grupos ligado à prospecção das grutas da Maceira. Da esquerda para a direita: Leonel Trindade, Zbyszewski, Ricardo Belo, Pe. Eugénio Jalhoy e Maxime Vaultier. Foto tirada pelo tenente-coronel Afonso do Paço, no sopé do Cabeço da Rainha e publicada no Badaladas, ano XII, nº 222, 15.05.1959, p.7. (in A dos Cunhados, Itinerários da Memória)

Os trabalhos iniciais foram efectuados pelo geólogo e arqueólogo Nery Delgado. As escavações nas Grutas Gémeas (1879) revelaram materiais da Idade do Bronze Final (fig. 21). Na Gruta Gémea ocidental recolheram-se diversos ossos de animais, um fragmento de faca de sílex, seixos quartzosos com marcas de instrumentalização, um fragmento de placa de cobre decorada e um importante espólio de cerâmica. Na Gruta oriental, detectaram-se alguns ossos petrificados, talvez vestígios de animais da época

quaternária. O conjunto aqui encontrado está depositado no Museu do Instituto Geológico e Mineiro (Regala *et al.*, 2002).

Tendo em conta o seu elevado interesse arqueológico e espeleológico, a Gruta do Cabeço da Rainha, situada na margem este do rio Alcabrichel e as cavidades designadas por Grutas Gémeas, localizadas no lado oposto, receberam, em 1946, a classificação de “Monumento Nacional” (IIP, Dec. 35817, DG 187 de 20 de Agosto 1946) (Regala *et al.*, 2002).



Figura 21 – Grutas Gémeas (in <http://www.aesda.pt/documentos/pdf/trog4.pdf>)

Outras grutas têm sido alvo de vários estudos arqueológicos por Heleno (1949), Leonel Trindade, M. Farinha dos Santos, O. Da Veiga Ferreira e Jean Roche (1968) e, mais recentemente, pela Associação de Estudos Subterrâneos e Defesa do Ambiente (AESDA).

Como curiosidade, pode-se referir que uma das grutas, a Cova do Sapateiro, foi habitada no século XIX por António Sapateiro, um indivíduo idiossincrático, cuja profissão deu o nome à cavidade e que ficou na memória das populações mais próximas, sendo ainda vivo por altura das intervenções arqueológicas no local por Nery Delgado, em 1879 (Regala *et al.*, 2002).

A ocupação desta região pelo homem primitivo foi facilitada pela meteorização física mas, essencialmente, química dos Calcários do Vimeiro, possibilitando a formação do complexo cársico que serviu de refúgio a estes homens.

A circulação da água da chuva pelas diáclases provoca meteorização química desta formação, originando uma morfologia denominada Relevo ou Modelado Cársico

caracterizado por dolinas, lapíás, um complexo sistema de drenagem subterrâneo e grutas.

Também os Calcários do Vimeiro, em associação com as Margas da Maceira, apresentam uma importância fulcral para a existência das "Águas Santas do Vimeiro" como Chien Balbi (1822) as designou, pela primeira vez, num artigo desse tempo, descrevendo as propriedades destas águas.

No entanto, terão sido os Romanos, embora não haja certezas sobre este facto, os primeiros a descobrir as propriedades medicinais das águas termais. Este povo que chegou à Península Ibérica no séc. III a.C. transformou por completo os hábitos, os costumes e o modo de vida de populações que até aí viviam de forma extremamente primitiva: a agricultura tornou-se mais rentável; os aglomerados urbanos mais confortáveis e próximos dos rios, onde as terras eram muito férteis; as comunicações facilitadas por novas estradas e pontes, algumas das quais chegaram até aos nossos dias.

A maior contribuição, para Maceira, terá sido mesmo a descoberta das águas termais. Era usual a construção de edifícios termais nos locais onde as águas caldas existiam. A ser assim, pela primeira vez, procedia-se à utilização de um abundante manancial, com capacidades que se viriam a revelar únicas no tratamento de determinadas doenças. Assim terão feito os Romanos, construindo um edifício termal, antecessor do actual, e, em seu redor, unia toda a povoação (in <http://www.distritosdeportugal.com/lisboa/maceira/index.htm>).

Já em 1845, algumas descrições davam nota da existência de dois banhos junto às exsurgências de água, numa e noutra margem do rio Alcabrichel, tendo D. João V, no século XVIII, reconhecido, oficialmente, os efeitos terapêuticos das águas termais. A primeira análise oficial data de 1867, efectuada, primeiro por Agostinho Vicente Lourenço e, depois por Charles Lepierre. O alvará que concedeu a exploração comercial destas águas foi promulgado a 20 de Janeiro de 1896. Em Janeiro de 1921, é publicado um outro alvará que classifica as águas como sendo cloretadas sódicas e dá início à Companhia das Águas do Vimeiro, nome, que apesar de incorrecto (a confusão no nome deveu-se à proximidade com a freguesia do Vimeiro, no concelho da Lourinhã), acabou por permanecer, sendo ainda hoje utilizado quer pelas Termas do Vimeiro quer pelos complexos turísticos da região (fig. 22).

A água mineral natural do Vimeiro tem a sua origem no Planalto Cársico de Cezaredas, onde se infiltra em calcários carsificados. Circula a uma profundidade de cerca de 2000 metros e emerge, num ambiente de rara beleza natural, muito próximo ao limite geotectónico dos Calcários do Vimeiro com os depósitos do diapiro de Maceira, que

funcionariam como camada confinante, visto a impermeabilidade dos evaporitos impedir a migração e provocar a sua ascensão. Esta unidade apresenta uma importância geológica fulcral, visto funcionar como uma barreira hidrogeológica impermeável (fig. 23) (Azevedo, 2005).



Figura 22 – Termas da Fonte dos Frades (*in* <http://www.termasvimeiro.com/home.php>)

A sua mineralização é devida à dissolução dos cloretos, sulfatos e carbonatos da série evaporítica do diapiro, com os quais contacta durante a sua ascensão. São realizadas, no Instituto Superior Técnico, análises físico-químicas e bacteriológicas periódicas que permitem aferir acerca da sua pureza e do perfil químico que se mantém constante desde 1893 (Tabela I) (Azevedo, 2005).

Devido à sua composição química, as águas das Termas do Vimeiro têm indicações terapêuticas para doenças de pele, e sistemas digestivos, circulatório e respiratório (*in* [http://www.termasvimeiro.com/ind\\_terapeuticas.php?termas=frades](http://www.termasvimeiro.com/ind_terapeuticas.php?termas=frades)).

As características geológicas permitem o desenvolvimento da agricultura, base da economia local desde 1309; um documento da época indica a Maceira como uma das terras vinícolas mais produtivas, actividade herdada do tempo em que os monges de Cister procederam ao ordenamento agrícola das férteis encostas circundantes, embora também se refiram outras culturas igualmente importantes. Graças a essa prosperidade, no século XV, criou-se aqui um porto de mar, inicialmente denominado “Porto Real” e

hoje conhecido como “Porto Novo”, para carregar os navios com destino a Lisboa (in <http://www.distritosdeportugal.com/lisboa/maceira/index.htm>).

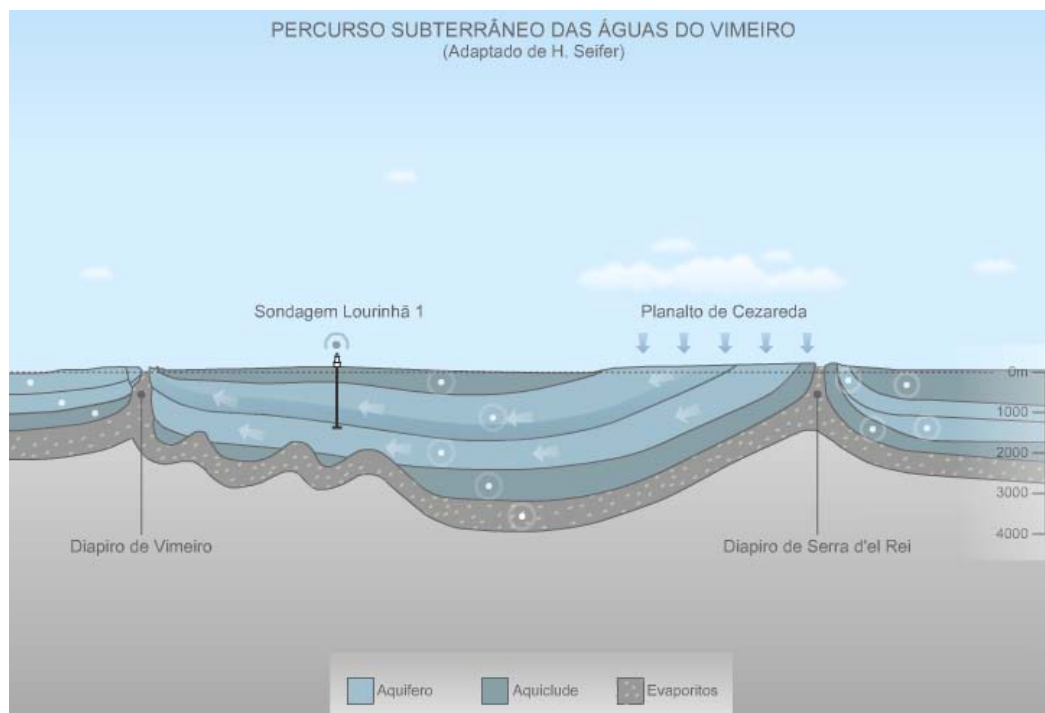


Figura 23 - Relação entre o diapiro da Maceira/Calcários do Vimeiro e o percurso subterrâneo das águas do Vimeiro (in <http://vimeiro.innovagency.com/vimeiro/PresentationLayer/ResourcesUser/Captacao.swf>)

Tabela I - Composição química típica das águas

Mineralização total (mg/l)		Aniões (em mg/l)		Catiões (em mg/l)	
1112		Bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ )	445	Cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ )	114
pH a 20° C	7,34	Cloreto ( $\text{Cl}^-$ )	234	Magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ )	30,4
Sílica ( $\text{SiO}_2$ ) (mg/l)	12,8			Sódio ( $\text{Na}^+$ )	174
				Fluoreto ( $\text{F}^-$ )	0,24



O porto situa-se numa baía formada junto à foz do rio Alcabrichel (fig. 24). Hoje a população de Porto Novo mantém uma actividade piscatória diminuta (figs. 24 e 25), embora na região ainda se mantenha uma actividade agrícola com alguma expressão, fruto da riqueza agrícola dos solos que aí se desenvolveram.



Figura 24 - Aspecto geral do porto de Porto Novo de diferentes perspectivas.

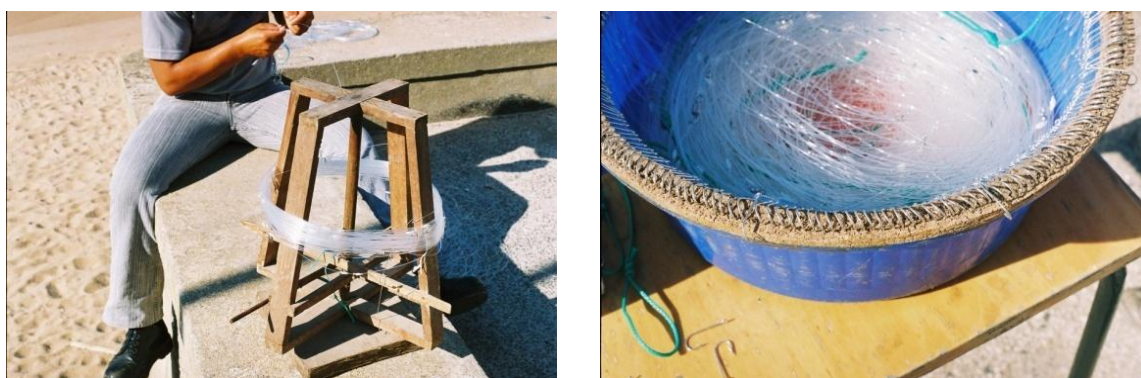


Figura 25 – Preparação das linhas de pesca

A região foi afectada pelo terramoto de 1755 e consequente tsunami. Deve-se ao pároco António Duarte de A dos Cunhados, respondendo a um inquérito mandado realizar pelo Rei D. José I, uma das mais completas descrições sobre o que se passou no Distrito de Lisboa e a descrição do maremoto, assim como dos seus efeitos na costa deste concelho. Este é o único documento, dos vários produzidos ao nível do país, que não se perdeu e encontra-se arquivado na Torre do Tombo.

Algumas das questões (7 de 16) do questionário distribuído a nível nacional, através dos órgãos eclesiásticos, eram:

*«A que horas principiou o Terremoto do primeiro de Novembro? E que tempo durou?*

*SE se percebeu que foye mayor o impulso de hũa parte que de outra?*

*Que numero de cazas se arruinaria em cada freguezia? Se havia nella edefícios notaveis, e o estado em que ficarão?...*

*Que novidade se vio no Mar, fontes, e Rios?*

*Se a maré vazou primeiro, se encheo?*

*Quantos palmos creceo mais do ordinario?*

*Quantas vezes se precebeo o fluxo e o refluxo extraordinário?... »*

O pároco António Duarte responde nestes termos a cada uma das questões.

*«O Terremoto do primeiro de Novembro passado de mil setecentos, e cincoenta, e cinco principiou nesta freguezia pelas nove horas, e meya da manhã, e durou hum quarto pouco mais, ou menos. Pulsava a terra paracima, e ao mesmo tempo balanceava para as quatro partes, Norte, Sul, Oriente e Poente, sendo [fl.2] mayores os balanços, que dava do Oriente para o Poente, e nesta freguezia houve mais ruínas para a parte do Poente.*

*No lugar da Póvoa desta freguezia e seus arrabaldes...ficárão assoladas por terra e de todo destruidas seis moradias de cazas; (...)*

*A novidade que se vio no Mar nas partes da Póvoa, e Porto novo de Penafirme, que são os Lemites desta freguezia, que confinão com o mar, foy o Levantar se este coiza de meia Légoa distante da terra em hum grande monte em que alg~uas pessoas divizárão divérsas cores nas ágoas, pondo ésta novidade em tão grande pasmo, e temor a toda aquélla vizinhança, que quasi toda, imaginando héra chegado o tremendo dia do Juízo, da mesma sórte que estavam ou bem ou mal compóstos, sem fecharem suas cazas e sem cuydarem dos seus bens fugirão para este Lugar, e Igreja, aonde estiverão a [fl.3] aquella tarde, e muytos athe a tarde do segundo dia de Novembro sem se retirarem a suas cazas; hesse grande monte de Mar veyo discorrendo com voracidade para a terra, e combateo as Arribas na altura de nove ou dês braças (...)*

*O Mar estáva acabando de encher ao tempo do Terremoto, e cinco quartos depois hé que se vio Levantando enchendo primeiro, e vazando depoiz; os palmos que cresceo mais do ordinario se pode conjecturar pela altura das nóve ou dês braças em que combateo as arribas, o fluxo, e o refluxo extraordinario só foy por trez vezes, chegando pela terra dentro a distancia, que não há tradição chegare em tempo algum; porem toda aquella tarde continuou enchendo e vazando, recolhendo as aguas com tanta velocidade que ficáva tudo enchuto athé á distancia em que se tinha Levantado, e mandando-as com a mesma velocidade para a terra». (in A dos Cunhados - Itinerários da Memória)*  
(Documento integral em anexo I)



Numa freguesia contígua, A dos Cunhados, situam-se as Ruínas do Convento Velho de Penafirme, começado a construir, logo após a reforma da província portuguesa, pela Ordem dos Eremitas de Santo Agostinho, provavelmente em 1547, e abandonado definitivamente após o terramoto de 1755. O complexo conventual quinhentista acabou por sucumbir face aos efeitos do terramoto e ao avanço das areias (fig. 26).



Figura 26 – Aspecto geral das ruínas do Convento Velho de Penafirme e pormenor da fachada em que é visível que as dunas atingem a altura das janelas do piso térreo.

Do mesmo autor (António Duarte) mas com origem noutro documento «*o convento de Penafirme ficou inhabitavel, e hum novo; que os Relligiosos edificarão junto do lugar da Póvoa ficou tão arruinado que he preciso tornar dos fundamentos no que já se trabalha*».

Deste complexo arquitectónico são ainda visíveis vestígios do muro que o circundava, da igreja e de diversas dependências conventuais. O andar inferior encontra-se coberto por areia, uma vez que a duna atinge a altura das janelas do piso térreo.

É neste estado de abandono que se encontra, sujeito a delapidações, à acção dos agentes erosivos e a depósito de entulho nas imediações, apesar de, em 1990, ter sido classificado como Imóvel de Interesse Público.

### III. 3. Um itinerário geológico na região da Maceira

---

#### 3.1. Contexto geológico

A zona da Maceira localiza-se na sub-bacia do Bombarral, situando-se, *sensu lato*, a sudoeste dos contrafortes do maciço calcário da Serra de Montejunto (fig. 11).

Os depósitos mais antigos, que afloram nesta região, “Margas da Dagorda”, datam do Hetangiano, e constituem o núcleo do diapiro da Maceira. O comportamento destes materiais, associados ao sistema de falhas com direcção NNE-SSW, determinou o aparecimento de estruturas mais ou menos complexas e a geometria dos depósitos suprajacentes (fig. 27). O Jurássico inferior e médio estão representados pelas “Margas e calcários margosos de Figueirinha”, “Calcários de Cabreira” e “Calcários de Cesareda”, representativos da transição de meios marinhos de plataforma para talude, reflectindo uma tendência regressiva dos ambientes (Manuppella *et al.*, 1999).

A base do Jurássico superior é marcada por uma importante lacuna estratigráfica que abrange o Oxfordiano inferior. Os materiais do Oxfordiano médio a superior estão representados pelas “Camadas de Cabaços” e “Calcários de Montejunto”. São depósitos predominantemente carbonatados de ambientes marinhos pouco profundos a profundos, respectivamente (fig. 27) (Manuppella *et al.*, 1999).

As formações anteriormente referidas são recobertas pelas “Camadas de Alcobaça”, de idade kimeridgiana, constituídas por sedimentos marinhos pouco profundos (Manuppella *et al.*, 1999).

O Kimeridgiano superior – Titoniano, representado pelos “Grés Superiores”, é limitado por uma descontinuidade que erode os depósitos infrajacentes. Na zona de estudo Hill (1988) designou estes depósitos como “Formação da Lourinhã”, a qual foi subdividida em cinco membros que caracterizam diferentes ambientes sedimentares (figs. 28 e 29): “Praia da Amoreira” e “Porto Novo” correspondentes, respectivamente, a depósitos de cone aluvial e sistemas fluviais de alta sinuosidade; “Praia Azul”, “Santa Rita” e “Assenta” que, apesar de serem depósitos essencialmente continentais, reflectem, tanto na vertical como na lateral, variações dos ambientes sedimentares com um progressivo aumento da influência marinha em direcção ao depocentro da bacia, situado a Sul (fig. 12).

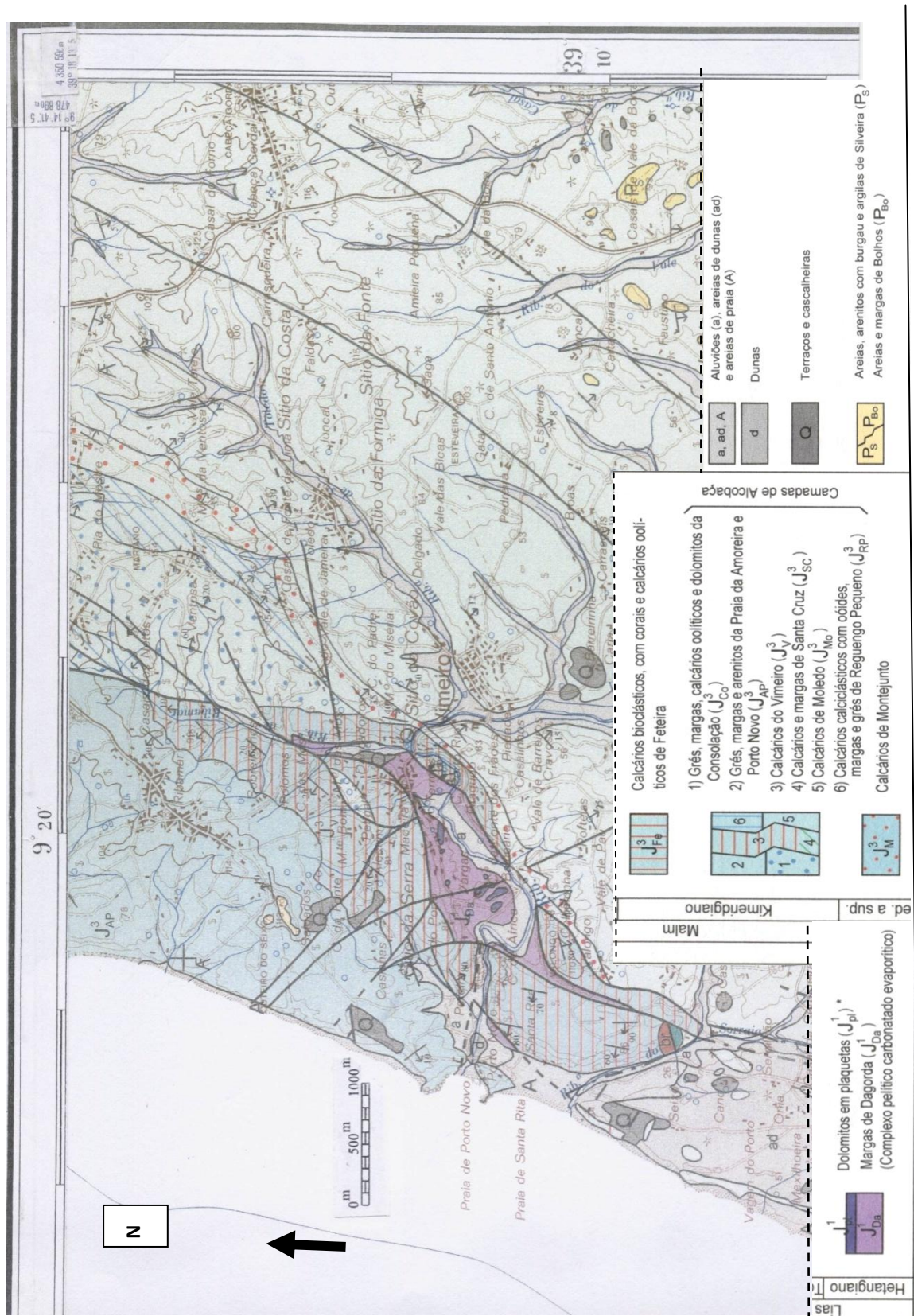


Figura 27- Excerto da Carta Geológica de Portugal, folha 30-A Lourinhã e excerto da legenda.



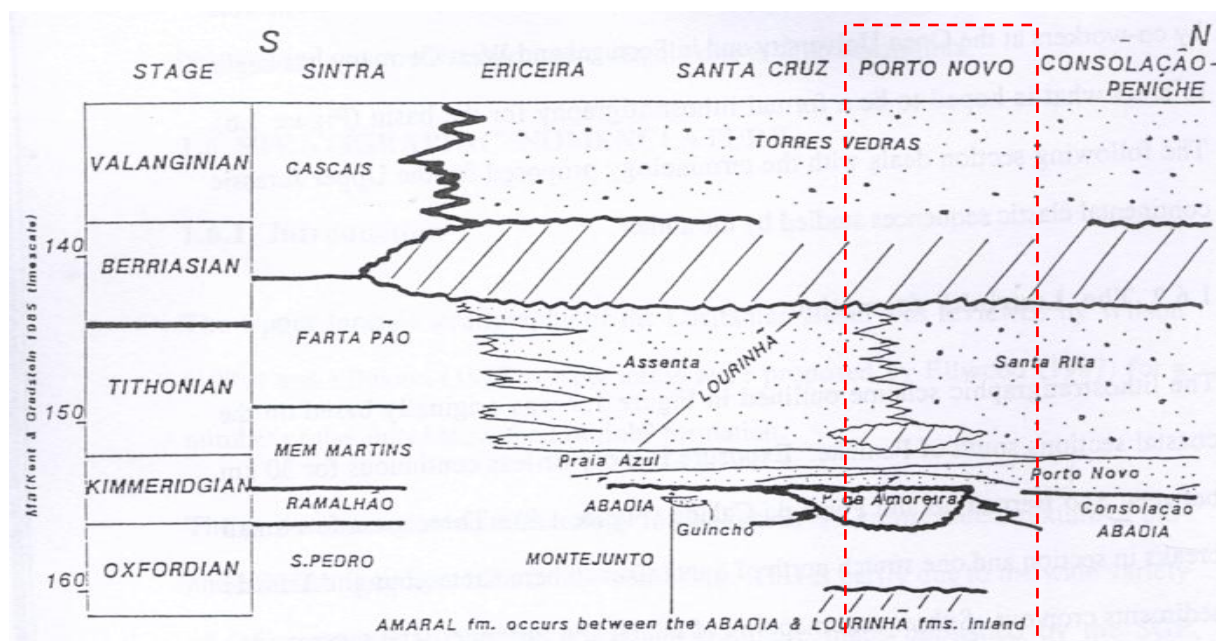


Figura 28 – Litoestratigrafia do Jurássico superior e Cretácico inferior da Bacia Lusitânica, segundo direcção N – S (Hill, 1988). Os depósitos abrangidos na presente dissertação situam-se no sector de Porto Novo, sub-bacia do Bombarral.

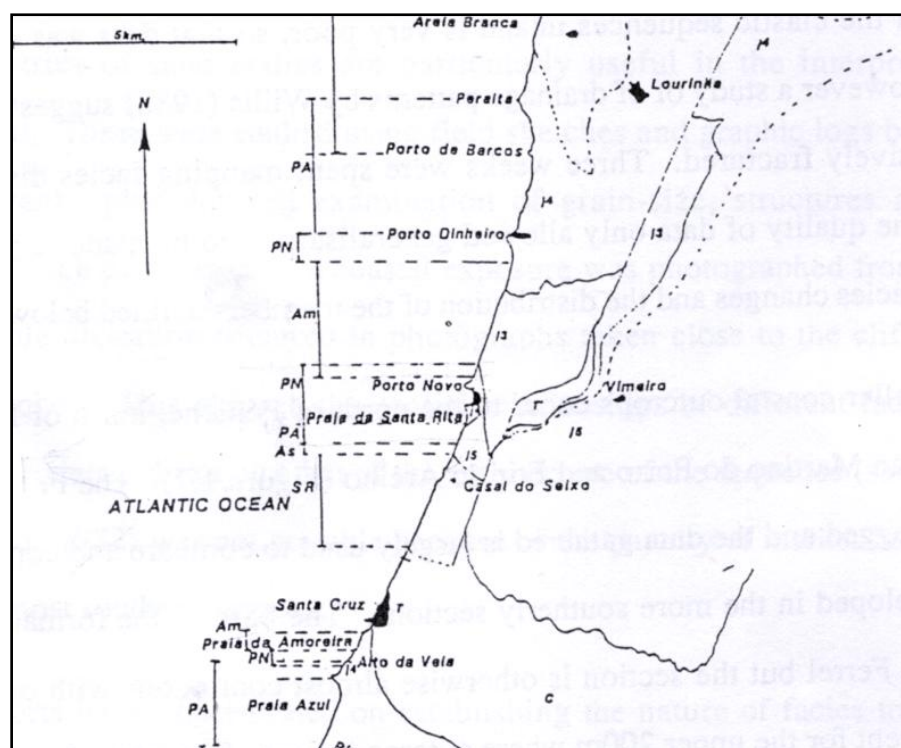


Figura 29 – Mapa da localização dos membros da Formação da Lourinhã na zona de estudo e áreas adjacentes: Am – Membro da Amoreira; PN – Membro de Porto Novo; PA – Membro da Praia Azul; As - Membro da Assenta; SR - Membro de Santa Rita (adaptado de Hill, 1988)

Os depósitos são cobertos por terraços de cascalheiras e areias de duna e de praia, de idade, em parte, Pistocénica e Holocénica, respectivamente, depositados em discordância sobre falésias rochosas formadas no Jurássico (fig. 27). O campo de dunas forma extensos mantos que se encontram activos devido à ocupação antrópica, nem toda ela justificável, à erosão das falésias e à falta de alimentação sedimentar, contribuindo para a sua destruição (Manuppella *et al.*, 1999).

### 3.2. Uma Proposta de Itinerário

O itinerário proposto tem como objectivo observar, caracterizar e descrever alguns aspectos da geologia da Maceira, em particular, do Jurássico superior, no contexto da evolução da Bacia Lusitânica.

As paragens descritas constituem uma proposta que não se esgota em si, já que as condições de observação e a qualidade dos afloramentos possibilitam várias alternativas que dependem dos pressupostos expostos nos capítulos I e IV , ou de outros que se queiram definir, em função do público-alvo, que tanto poderá ser alunos de outros níveis de ensino, como população em geral.

Na figura 30 apresenta-se a localização das paragens que se descrevem em seguida e que constam dos roteiros para alunos (I) e professor (II).

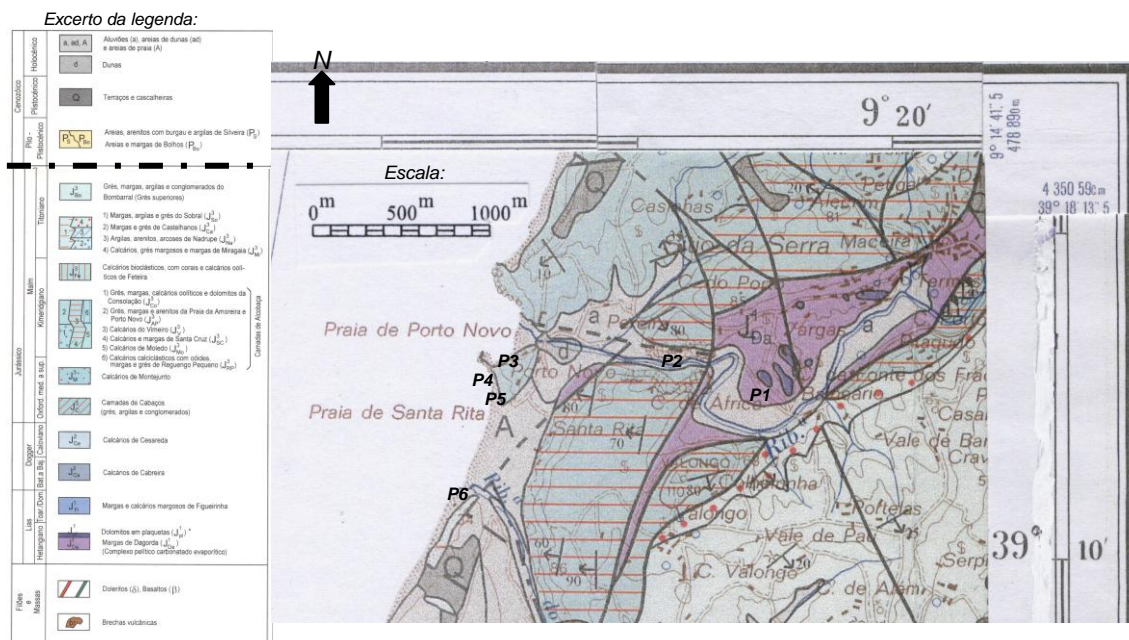


Figura 30 - Excerto da Carta Geológica de Portugal, Folha 30 - A Lourinhã, com a localização das paragens (P 1 a P 6).

### **Paragem 1 – Contacto do Diapiro da Maceira / Calcários do Vimeiro**

Na margem direita do rio Alcabrichel, com coordenadas 9° 20' 25" O, 39° 10' 26" N, é visível o contacto das “Margas da Dagorda”, Hetangiano (Jurássico inferior) com os “Calcários do Vimeiro” Kimerdgiano (Jurássico superior) que afloram em anticlinal (fig. 30). De salientar que o contacto é também evidenciado pelo diferente tipo de vegetação, notoriamente menos densa e de menor porte nos calcários (fig. 31).

As “Margas da Dagorda”, que constituem o diapiro da Maceira, são formadas por um complexo pelítico – carbonatado - evaporítico constituído, essencialmente, por argilas gipsíferas e salíferas, muito brechificadas (Manuppella *et al.*, 1999), com cores predominantemente violáceas ou “borra de vinho” ou esverdeadas, depositado durante o Hetangiano. Segundo os mesmos autores dão lugar a depressões provocadas pela erosão e, por vezes, pelo colapso da estrutura extrusiva, conhecidas por vales tifónicos, designação atribuída pela primeira vez por Choffat (1893).



Figura 31 – Contacto (a tracejado) entre o Diapiro da Maceira, “Margas da Dagorda” na base, e os “Calcários do Vimeiro” (fotografado de NE).

Estes vales correspondem a depressões originadas por erosão diferencial, em áreas com estrutura, geralmente, em antiforma, onde os fenómenos diapíricos colocaram em contacto rochas com características e idades muito diferentes (fig. 32) (Andrade, 1933; Chaminé *et al.*, 2004).



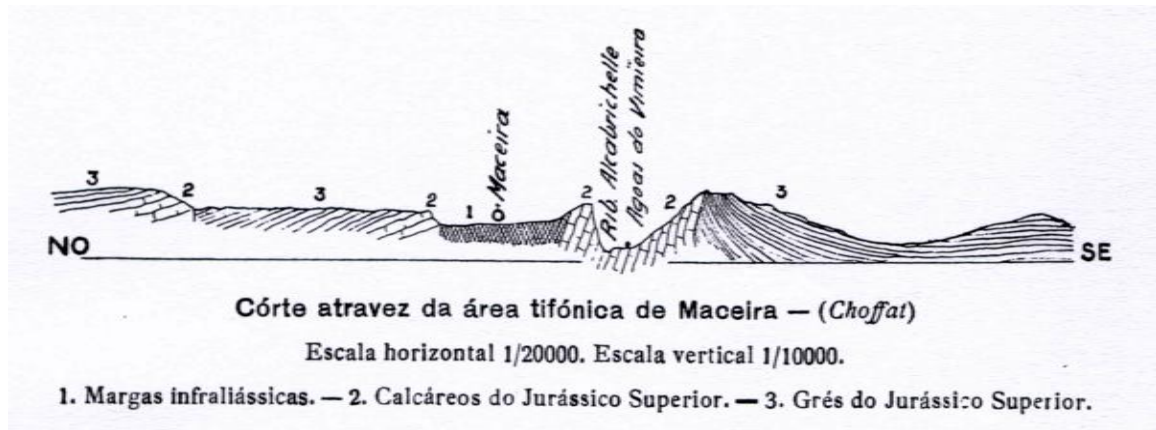


Figura 32 – Corte do vale tifónico de Maceira (Choffat, 1893) (*in* Andrade, 1933)

Do ponto de vista morfoestrutural o diapiro de Maceira, também designado por diapiro do Vimeiro, com uma orientação geral NNE-SSW, desenha, à escala cartográfica, um sigmóide de grandes proporções e de caudas assimétricas. As terminações assimétricas e quase-lineares possuem uma direcção geral N-S, enquanto o corpo do diapiro, propriamente dito, onde a maior abertura e ascensão se faz sentir, possui uma direcção ENE-WSW (fig. 33) (Chaminé *et al.* 2004).

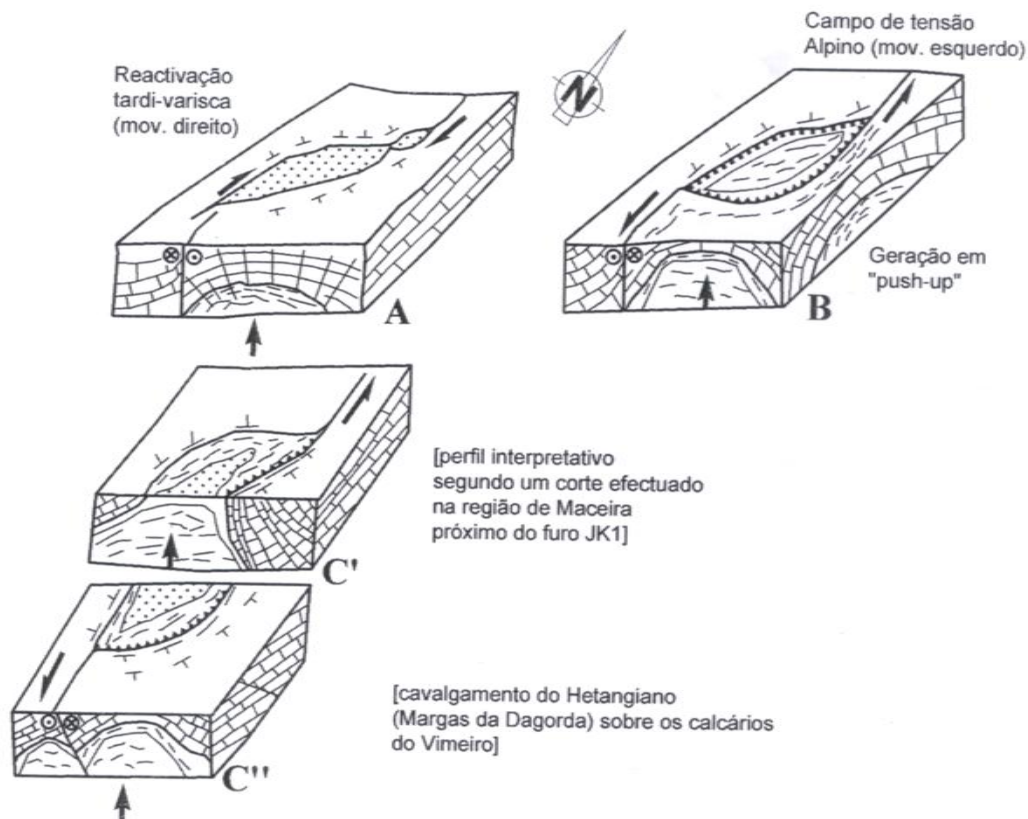


Figura 33 – Blocos diagramas interpretativos da evolução geotectónica do diapiro de Maceira (Chaminé *et al.*, 2004).

Sendo uma megaestrutura, cuja formação está directamente relacionada com uma génese tectónica, o diapiro condicionou fortemente a sedimentação, delimitando, a Oeste, fácies de transição (marinhas-continentais) e totalmente continentais, “Camada de Cabaços”, enquanto, a Este, dominam as fácies marinhas profundas, “Calcários de Montejunto”, especialmente durante o Kimeridgiano. Os acidentes transversais NNE-SSW terão sido gerados pela tectónica salífera e, no caso das falhas, de direcção média NW-SE, por inversão tectónica durante a orogenia Alpina (fig. 34) (Chaminé *et al.*, 2004).

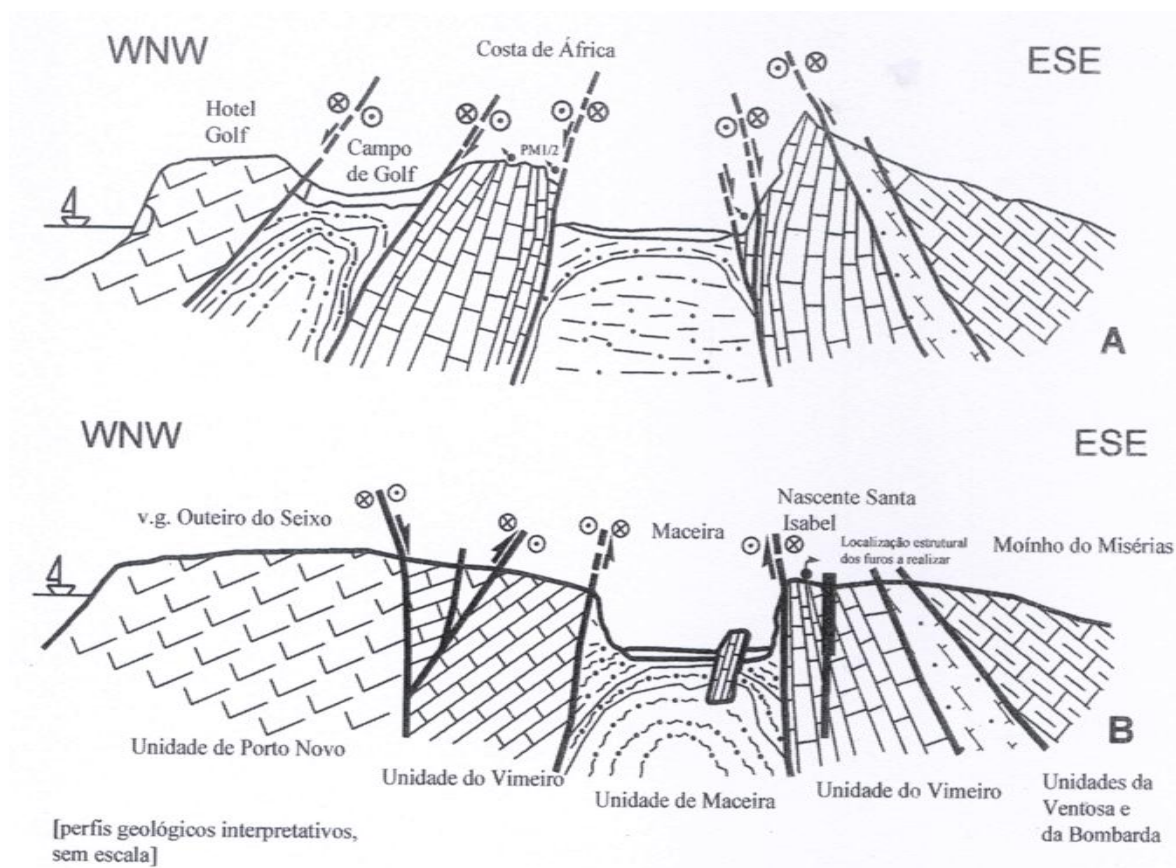


Figura 34 - Perfis geológicos interpretativos da estrutura diapírica de Maceira (A, B) (Chaminé *et al.*, 2004).

### **Paragem 2 - Calcários do Vimeiro (Kimeridgiano)**

O afloramento situa-se na estrada particular das Termas do Vimeiro; esta paragem, com coordenadas 9° 20' 37" O, 39° 10' 37" N, foi escolhida quer pela fácil



acessibilidade quer pela beleza da paisagem, dominada pelo vale do rio Alcabrichel (fig. 35).



Figura 35 – Aspecto geral do rio Alcabrichel e dos afloramentos calcários.

O estudo de pormenor centrou-se na margem direita do rio e integra três pontos de observação ao longo da estrada (fig. 36).



Figura 36 – Vista aérea do afloramento dos “Calcários do Vimeiro” .

No local P2a, os “Calcários do Vimeiro”, de idade Kimeridgiana, possuem cor cinzento – esbranquiçada, de espessura métrica, com uma direcção aproximada de N 40°

E e inclinação sub-vertical; são também visíveis os planos de estratificação e fracturas sub-perpendiculares, estas derivadas da actividade halocinética do Diapiro da Maceira (fig. 37).



Figura 37 – Afloramento dos calcários (paragem P2a); traço a cheio – plano de estratificação; a tracejado – fracturas

No local P2b, os calcários afloram ao longo da estrada e, sendo a cobertura vegetal menos densa, permite um estudo mais aprofundado (fig. 38).



Figura 38 – Aspecto geral do local P 2b (fotografado de E).



Na zona A as rochas são de natureza calcária como se pode comprovar colocando algumas gotas de ácido clorídrico diluído (HCl) sobre uma amostra de mão; a efervescência observada resulta da reacção química:  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ , em que se liberta  $\text{CO}_2$ .

São calcários com oncólitos formados por nódulos de forma esférica irregular, milimétricos a centrimétricos, geralmente de origem microbiana – encrostamento de algas de tipo estromatólito (fig. 39A). Macroscopicamente ou com o auxílio de uma lupa, são visíveis laminações concêntricas, por vezes bem definidas (fig. 39B). Os oncólitos têm origens diversas, havendo-os de água marinha pouco profunda e também lacustre (Galopim, 2006)



Figura 39 – Aspecto dos calcários com oncólitos: A) em campo; B) em amostra de mão.

Na zona B os calcários são mais compactos, possuem cor acastanhada e, em amostra de mão, apresentam clastos angulosos e cristais de micrite incrustados o que lhes confere aspecto brechificado; os contactos entre os clastos mostram superfícies irregulares (estilolíticas) e ausência de matriz (fig. 40).

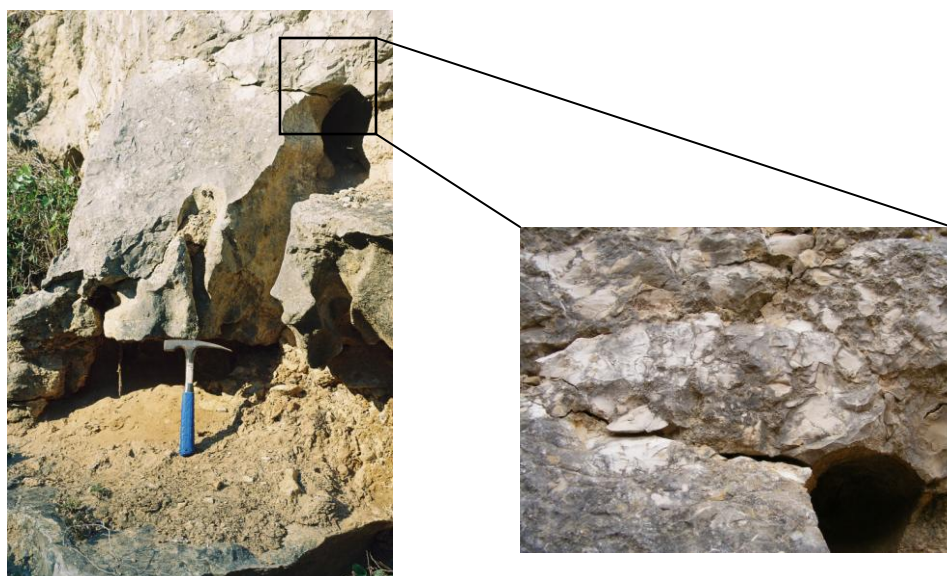


Figura 40 - Aspecto dos calcários na zona B: A) aspecto geral do afloramento com formação de lapíais e terra rossa; B) pormenor dos calcários brechificados.

Em conjunto, estes aspectos são indicadores de que os clastos não terão sofrido transporte; são também observáveis os efeitos dos fenómenos de meteorização química, onde a lenta mas contínua circulação das águas pelas diaclases leva à dissolução do calcário, ficando a rocha esculpida por sulcos e cavidades, dando origem, à superfície, a formas características – lapiás. Como os calcários são impuros, forma-se um depósito residual de argila vermelha chamado terra rossa. (fig. 40).

No local P2c, com as coordenadas geográficas de 9° 21' 0'' O, 39° 10' 37'' N, os calcários apresentam uma direcção N 40° E e uma inclinação de 85° E (fig. 41).



Figura 41 – Aspecto da paragem P2c.

Os calcários com oncólitos, de origem bioquímica, originam-se por precipitação de carbonato de cálcio, provocada por filamentos de algas verdes e azuis-verdes entrançados, sobre um núcleo de natureza diversa, por exemplo, fragmentos de conchas, partículas detríticas, etc. Uma vez que as camadas de algas apresentam uma superfície gelatinosa à qual podem aderir sedimentos de grão fino, dificultando a sua sobrevivência, o crescimento dos filamentos dá-se para cima originando uma nova camada. A repetição deste processo origina um sedimento caracterizado por uma sobreposição de lâminas finas (Corrales *et al.*, 1977).

A estrutura laminar concêntrica dos oncólitos é devida a uma alternância de fases de crescimento, com outras em que tal não acontece. Quando o oncólito é pequeno encontra-se em suspensão, devido à agitação das águas; neste caso as lâminas são

contínuas em toda a superfície; quando alcança tamanhos maiores (nunca superior a 2,5 cm) e se a agitação da água diminui ou é nula, ficam depositados no fundo e o crescimento só ocorre na superfície livre; neste caso originam-se formas sub-esféricas, com lâminas descontínuas (Corrales *et al.*, 1977).

São originados, geralmente, abaixo do nível da maré baixa, embora sempre em águas pouco profundas; às vezes, podem, não obstante, originar-se na parte baixa, mas da zona intermareal; a agitação das águas é indispensável dado que o movimento da estrutura é imprescindível para que as laminações se desenvolvam em toda a superfície (Corrales *et al.*, 1977).

A formação dos calcários brechificados pode ser explicada do seguinte modo: após a precipitação do carbonato de cálcio, ocorre a compactação que corresponde à redução de volume do corpo sedimentar provocada pelo peso dos sedimentos suprajacentes; neste processo a água contida nos poros é removida. Ultrapassado o limite de compactação mecânica, a pressão induz a dissolução por compressão, ou seja, dissolução seguida de um aumento de pressão nos pontos de contacto entre os clastos o que conduz à formação de estilólitos, isto é, indentação nos grãos em contacto que assim se interpenetram (Galopim, 2006) ( Kullberg, 2007, comunicação oral).

A sedimentação dos Calcários do Vimeiro, com uma espessura de cerca de 160 m, deu-se num ambiente francamente marinho, de pouca profundidade e de fraca energia, bem iluminado e oxigenado o que corresponderá a uma plataforma carbonatada, em rampa homoclinal, em que se teria formado uma laguna protegida da energia das ondas (Manuppella *et al.*, 1999).

A sequência de calcários com oncólitos (local P2b-A), calcários brechificados (local P2b-B), calcários com oncólitos (local P2c), testemunha, em primeiro lugar, um local imerso e colonizado, testemunhado pela presença de fósseis (gastrópodes) de dimensões reduzidas, que sofreu uma gradual diminuição de espessura da lâmina de água seguida de nova imersão e colonização por algas. Estes processos poderiam ter lugar em zonas protegidas e marginais de uma laguna afectada por flutuações da lâmina de água (Bernardes, 1992) (fig. 42).

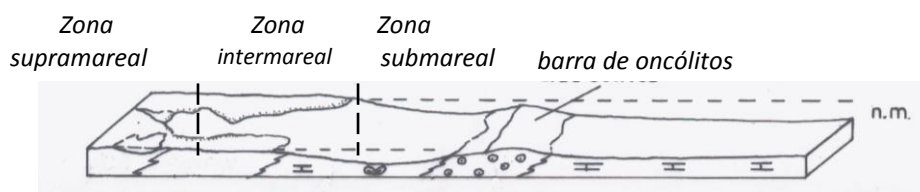
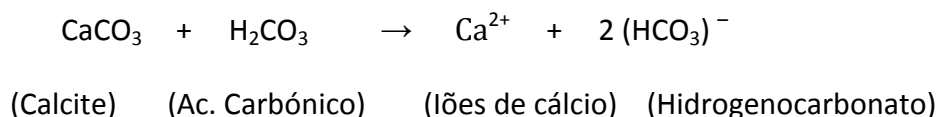


Figura 42 – Esquema de uma plataforma carbonatada (adaptado de Bernardes, 1992)



Segundo o corte de F. P. Teixeira Silva (1989), esta unidade (“Calcários do Vimeiro”) é constituída, da parte média-baixa para o topo, por calcários, por vezes, fortemente bioclásticos (algas calcárias), em geral com oncólitos e com grande abundância de macrorrestos, evoluindo o conjunto para calcários mais compactos e mais pobres em fauna. Da base para o topo, foram notadas oscilações nas características do ambiente marinho (fenómenos de regressão e transgressão da água do mar).

Após a exposição sub-aérea, os fenómenos de meteorização química começaram a actuar. A água da chuva (H<sub>2</sub>O) dissolve, em parte, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) existente na atmosfera, resultando um ácido fraco – o ácido carbónico (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Sendo os calcários rochas constituídas fundamentalmente pelo mineral calcite (carbonato de cálcio), facilmente dissolvido quando em contacto com águas ácidas, aqueles sofrem uma reacção química característica, a dissolução, da qual resulta hidrogenocarbonato dissolvido na água, que é removido pelas águas de escorrência:



### ***Paragem 3 – Formação da Lourinhã (Membro da Praia da Amoreira)***

O afloramento, com coordenadas 9° 21' 33" O, 39° 10' 36" N, localiza-se no caminho de acesso à praia de Porto Novo, normalmente utilizado pelos pescadores. Chegando ao parque de estacionamento, caminha-se a pé pela estrada que margina a praia até às últimas construções (fig. 43).

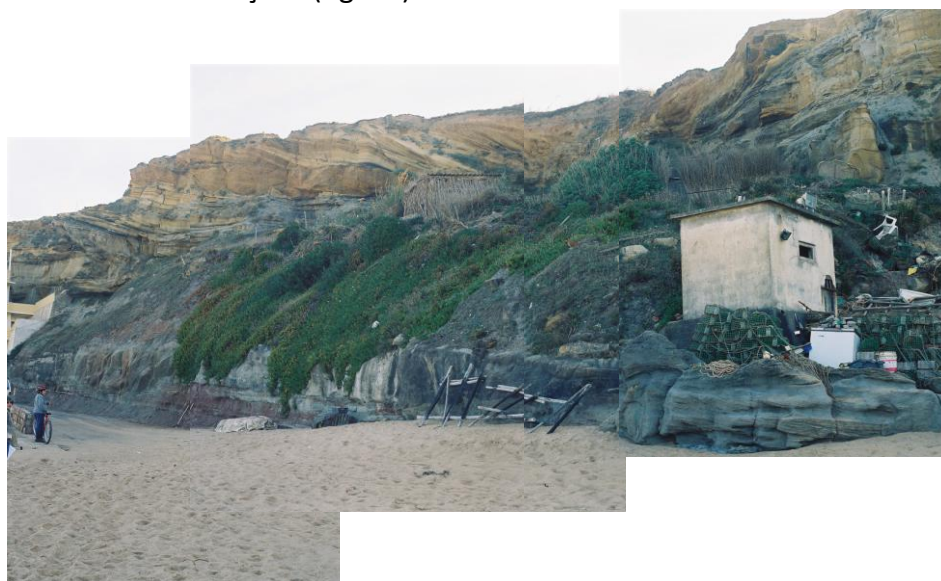


Figura 43 - Aspecto geral do afloramento (fotografado de Oeste)

Os depósitos a observar pertencem ao Membro da Praia da Amoreira, Formação da Lourinhã (Hill, 1999).

A descrição do afloramento far-se-á de Este para Oeste, em virtude de esta paragem englobar todo o alcantilado. Na figura 44 apresenta-se um pormenor da parte Este, onde se observam 3 fácies: A – argilitos; B – lutitos e C - arenitos.

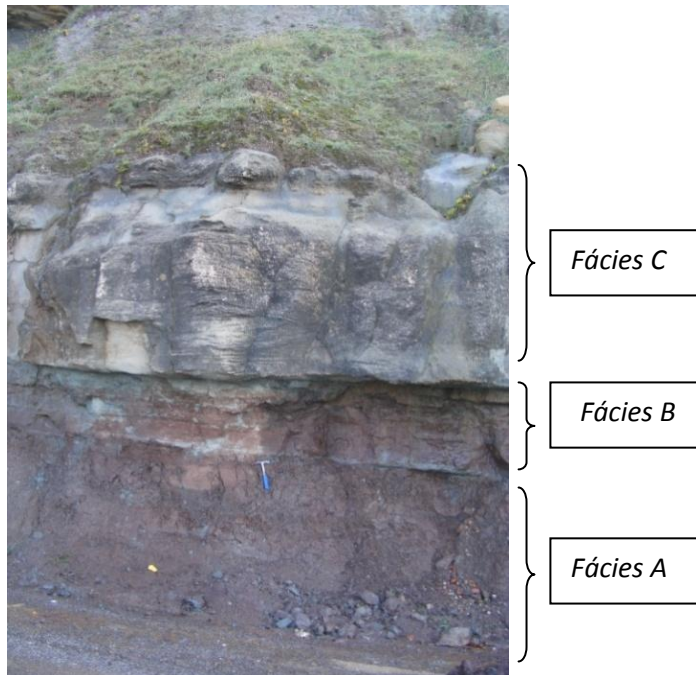


Figura 44 – Pormenor do afloramento.

Descrição das fácies:

- Fácies A – Argilito

É constituída por argila pouco consolidada, de cor avermelhada, devido à presença de óxidos de ferro; apresenta geometria tabular e espessura de 1,14 metros (fig. 45).

- Fácies B - Lutito

É constituída por uma mistura de argila e silte, pouco consolidada, de cor avermelhada com manchas esverdeadas, e geometria tabular; neste local apresenta uma espessura de 0,64 metros; em termos de estruturas sedimentares pode-se observar laminação paralela e bioturbação que mostra formas simples e cilíndricas com grande variedade de orientações, responsáveis pela coloração esverdeada observada (fig. 46).



Figura 45 – Pormenor da fácies A – argilito.



Figura 46 – Lutitos: 1- laminação paralela; 2 - sinais de bioturbação.

Caminhando em direcção à praia, surge uma nova fácies, a topo dos lutitos, interpretada como um paleossolo. É um sedimento endurecido, com aspecto noduloso e de cor mais clara; a base apresenta um carácter difuso em contraste com o limite superior que é bem marcado (fig. 47).



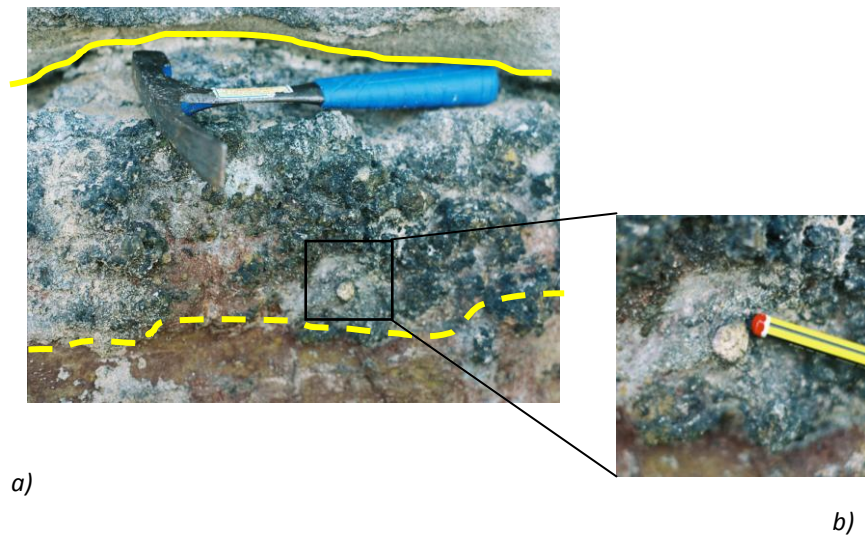


Figura 47 – a) Pormenor do paleossolo: a tracejado limite inferior; a cheio limite superior; b) pormenor de raiz fossilizada.

A presença desta fácies e a espessura não são constantes ao longo do afloramento, uma vez que está coberta pelos arenitos (fácies C) que assentam sobre uma superfície ondulada e erosiva.

#### - Fácies C - Arenitos

São constituídos por grãos de quartzo, grosseiros a médios, mal seleccionados com clastos (>2 mm) de feldspato, filitos e argila dispersos, de cor cinzenta; apresentam uma tendência granulométrica granodecrescente e bom grau de consolidação (fig. 48). Mostra uma espessura máxima visível de 93 cm, embora variável, quer ao longo do afloramento, quer devido à dinâmica da sedimentação das areias da praia a qual depende da altura do ano.

Em termos de estruturas sedimentares, apresenta estratificação cruzada em ventre, de média a pequena escala. Internamente o conjunto de lâminas e traçado textural definem pequenas sequências positivas, tendência que se verifica ao nível da associação de estratos.

A base do estrato é ondulada e erode localmente os depósitos subjacentes (fácies A e/ou B) (fig. 49).

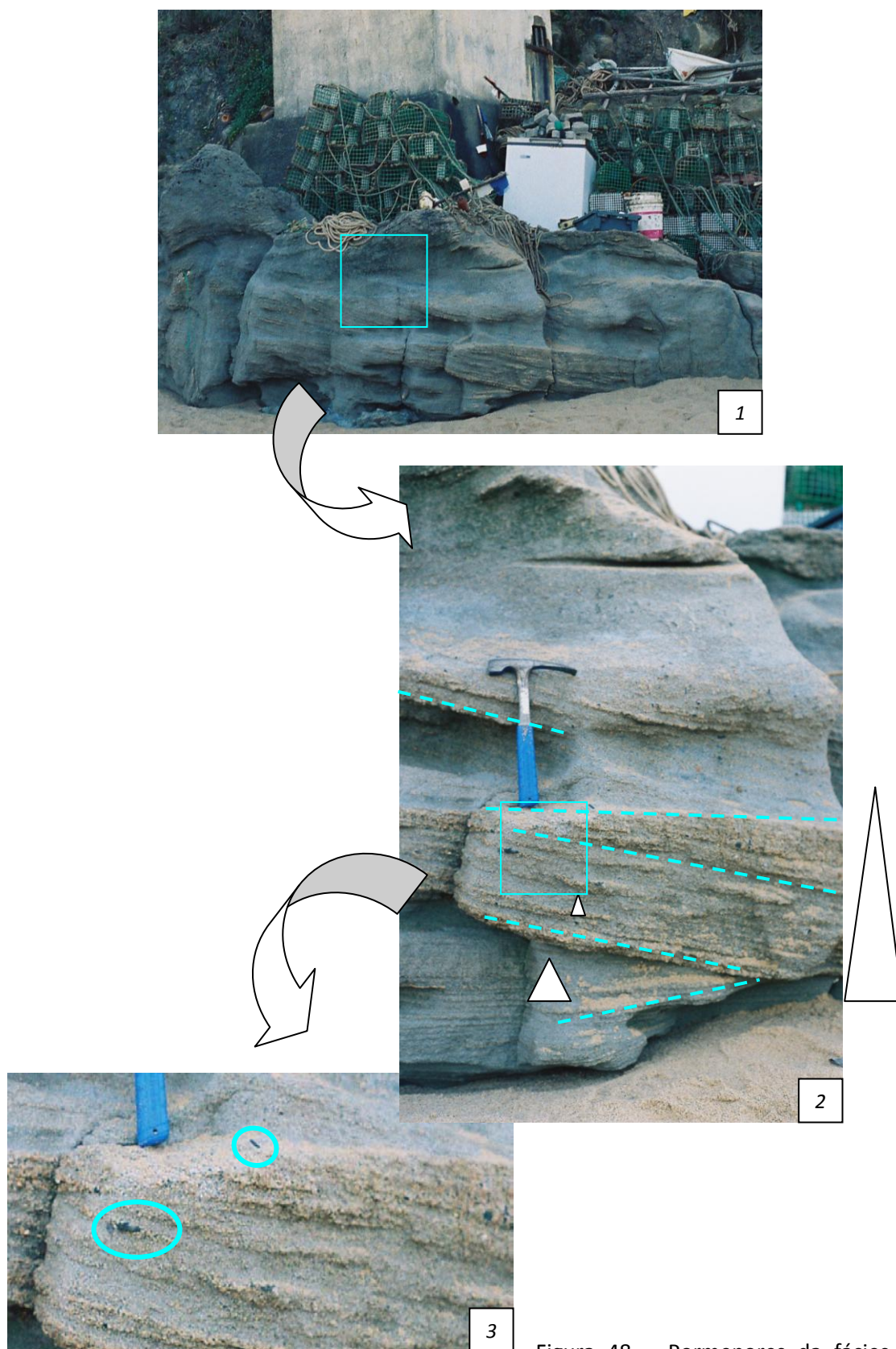


Figura 48 – Pormenores da fácies C – arenito: 1 – visão de conjunto; 2 – sequências granodecrescentes de diferente hierarquia; 3 – clastos de filitos.



Figura 49 – Aspectos, em campo, da fácies de arenitos, evidenciando o carácter erosivo da base.

A presença de espessuras significativas de argilitos indica períodos prolongados sob condições de baixa energia, dominados pela decantação de materiais em suspensão (fig. 44 e 45). A cor vermelha é característica de reacções de oxidação entre o ferro, existente no sedimento, e o  $O_2$  atmosférico ou dissolvido na água.

Os lutitos indicam, também, condições de fraco caudal; esta fácies terá estado sujeita a uma exposição sub-aérea o que permitiu a sua colonização por seres vivos; estes, devido ao seu metabolismo, libertaram  $CO_2$ , conferindo características redutoras ao meio e originando uma coloração esverdeada típica. A bioturbação, por outro lado, pode ser indicadora de ciclos de não sedimentação que permitiram a colonização por seres vivos (fig. 46).

A descontinuidade na sedimentação também possibilitou a formação do paleossolo, a topo dos siltitos; a sua origem deve-se à colonização de espécies vegetais em que as suas raízes, ao libertarem  $CO_2$ , provocaram uma reacção química com os iões de cálcio ( $Ca^{2+}$ ) presentes nas argilas, formando carbonato de Cálcio ( $CaCO_3$ ), que endurece o sedimento, conferindo-lhe um aspecto noduloso e cor mais clara. Nalguns pontos é possível observar formas tubulares subverticais que poderão corresponder a raízes fossilizadas ou fissuras preenchidas por carbonato de cálcio (fig. 47).

O desenvolvimento do paleossolo, cuja base possui um carácter difuso em contraste com o limite superior, é um excelente marcador temporal de um período de estabilidade, pois o solo apenas se desenvolve quando o relevo é estável, sendo, também, um bom indicador de um intervalo de não-deposição (Hill, 1988).

Em conjunto, estes depósitos são representativos de uma planície de inundação aluvial. As diferenças de espessura devem-se a que as fácies de argilitos e lutitos foram



erodidas pelo agente de transporte que depositou os arenitos. Variações climáticas (período de intensa pluviosidade), tectónicas (levantamento da área fonte) e/ou eustáticas (abaixamento do nível do mar) podem explicar o facto do agente de transporte ter adquirido energia e, por consequência, ter ocorrido a transição dos depósitos predominantemente siltosos a arenosos. A base do estrato arenoso é ondulada e erode localmente os depósitos subjacentes (lutitos e argilitos) (fig. 49).

As características dos arenitos, estratificação cruzada em ventre, clastos de grandes dimensões, tendência granodecrescente, indicam a deposição em canais, submetidos a variações de caudal (fig. 48).

Os clastos transportados por uma corrente unidireccional tendem a depositar-se, à medida que o agente de transporte perde energia. Quando este processo ocorre, podem-se formar, junto ao fundo, morfologias onduladas e assimétricas com diferentes dimensões (riples ou megaripples), cujas cristas e depressões se alinham perpendicularmente à direcção da corrente que as origina. As morfologias, também designadas formas de leito, apresentam sempre uma face ou flanco suavemente inclinado e paralelo ao sentido da corrente (onde predomina o transporte do sedimento) e uma face de declive abrupto, onde ocorre a sedimentação; o limite entre os flancos, suave e abrupto, é marcado pela crista da forma de leito (fig. 50) (Corrales *et al.*, 1977).

No caso dos ripples e megaripples linguóides, a crista é descontínua e tem um traçado, em planta, mais ou menos linguóide ou lobulada; a migração destas formas dá lugar a laminação interna cruzada em ventre, bem visível na secção perpendicular ao sentido da corrente (fig. 50) (Corrales *et al.*, 1977)

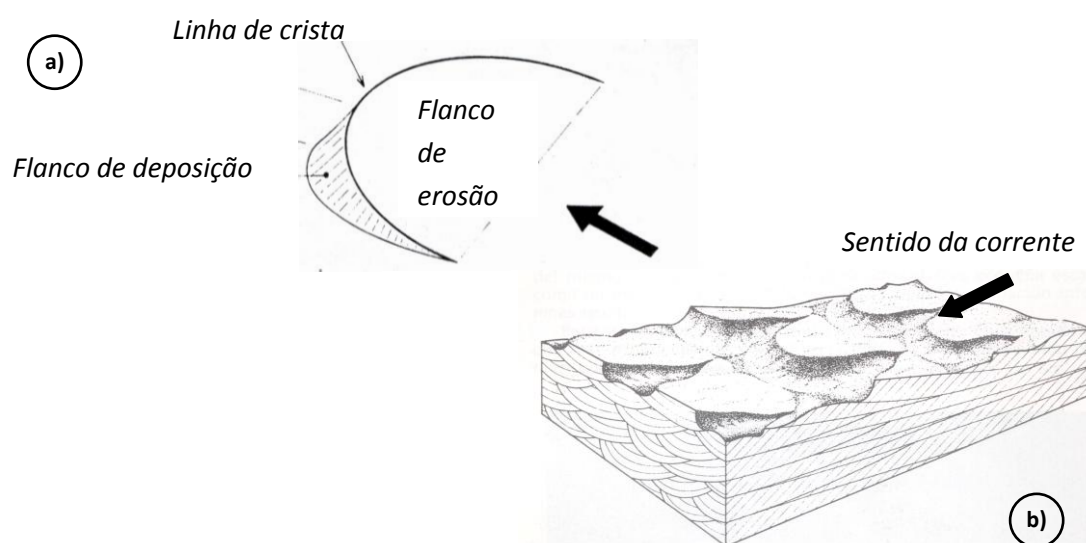


Figura 50 a) – Formas de leito de crista linguóide e b) estratificação cruzada em ventre (adaptado de Corrales *et al.*, 1977).

A sucessão de ciclos granodecrescentes testemunha uma alternância de períodos mais e menos energéticos.

Tendo em atenção as reconstituições paleogeográficas, propostas para este intervalo geológico (Kimeridgiano superior), admite-se que a área fonte de sedimentos seria muito próxima ao sistema, o qual se traduz no grau de selecção dos clastos e na presença abundante de feldspatos (minerais pouco resistentes ao transporte e à meteorização química), ou seja, estivesse localizada onde, actualmente, se situa o arquipélago das Berlengas. Para além de outros aspectos (como por exemplo, o sentido das paleocorrentes), a presença de granitos e xistos nessas ilhas explicam as características litológicas dos depósitos de canal (Hill, 1988).

À época, o arquipélago das Berlengas fazia parte de uma estrutura de “horsts” que limitava, a Oeste, a Bacia Lusitânica (fig. 51). A este limite estaria associado um sistema de cones aluviais que distribuía, para Sudeste, sedimentos clásticos provenientes da erosão do “horst” dando origem a depósitos com características distais junto a Porto Novo (figs. 51 e 52) (Hill, 1988). Este autor denominou estes depósitos como “Membro da Praia da Amoreira”.

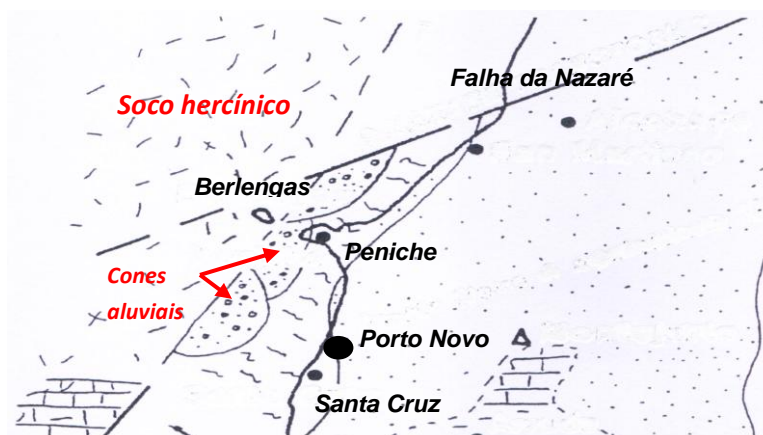


Figura 51 – Esquema representativo da Bacia Lusitânica durante o Kimeridgiano superior (adaptado de Hill, 1988)

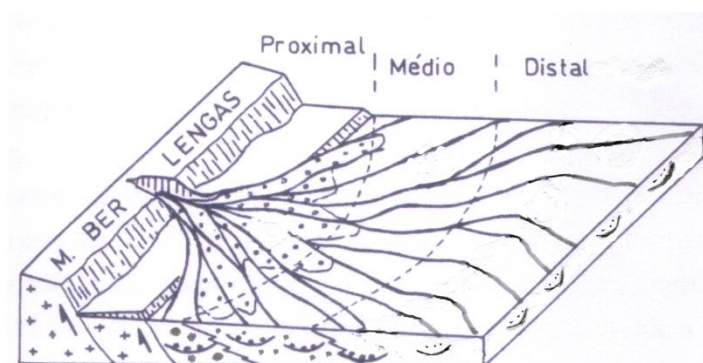


Figura 52 – Bloco diagrama representando o fluxo de sedimentos grosseiros com origem no Maciço das Berlengas (adaptado de Bernardes, 1992)

Um outro aspecto, que se pode observar nesta paragem, é a relação entre a Geologia e a intervenção humana, que nem sempre respeita a natureza. Como é visível no local, as construções encontram-se ladeadas por avisos de perigo da Protecção Civil e do Instituto da Água, uma vez que deslizamentos de terras ocorrem com frequência, especialmente, em períodos de pluviosidade intensa (fig. 53).



Figura 53 – Placa de aviso de perigo de derrocada; a) em Maio de 2007; b) em Janeiro de 2008.

Os estratos, devido à sua natureza arenosa e argilosa, são, respectivamente, muito porosos e impermeáveis. Os níveis argilosos, ao reterem muita água, tornam-se plásticos podendo deslizar, em casos de declives mais ou menos acentuados, dando origem a derrocadas (fig. 53).

O Hotel Golfe Mar, sendo uma edificação com maior volumetria, encontra-se, a longo prazo, em risco, visto que está construído sobre o mesmo tipo de rochas.

#### ***Paragem 4 – Formação da Lourinhã (Membro de Porto Novo)***

Tem-se acesso a este afloramento subindo por umas escadas, construídas pelos pescadores, na extremidade da praia de Porto Novo. Esta paragem, com coordenadas 9° 21' 31" O, 39° 10' 34" N, integra quatro pontos de observação (P4a, P4b, P4c e P4d) assinalados na figura 54 que também ilustra a visão conjunta do afloramento.



Figura 54 – Aspecto geral do afloramento (fotografado de SW)



À escala do afloramento, os depósitos, denominados por Hill (1988) de Membro de Porto Novo, definem um corpo sedimentar complexo com geometria tabular em cunha, de espessura métrica; o corpo é constituído por várias unidades com geometria tabular em cunha e/ou sigmoidal, de natureza arenosa, individualizadas por superfícies internas erosivas que erodem, total ou parcialmente, níveis argilosos ricos em restos vegetais incarbonizados (fig.54).

No local P4a observamos fácies de arenitos de cor amarela; são constituídos por clastos da granulometria da areia, de tamanho médio a fino, bem seleccionados e mal consolidados. Em termos de estruturas sedimentares apresentam estratificação cruzada em ventre, de média a grande escala (figs. 55 e 56).



Figura 55 – Arenitos com estratificação cruzada em ventre posta em destaque pelos níveis com restos de vegetais incarbonizados.

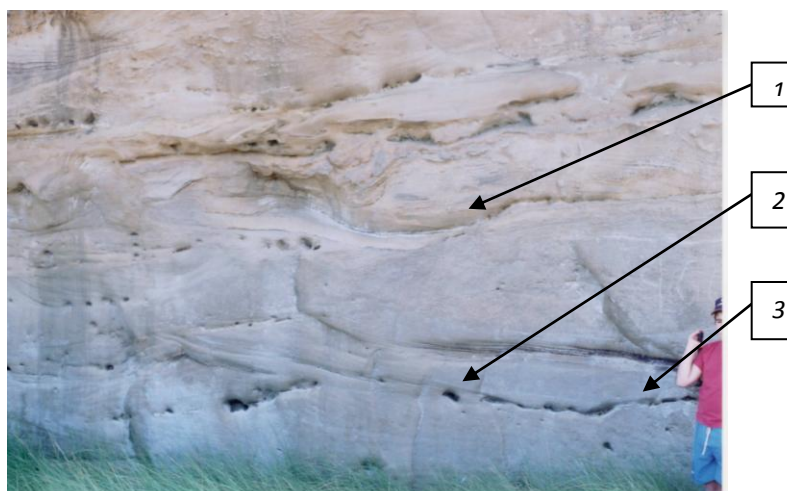


Figura 56 - Pormenor do local P4a: 1- Estrutura de deformação; 2- Intraclastos argilosos; 3- Arenitos com restos de vegetais.

Os conjuntos de lâminas encontram-se individualizados por superfícies internas, sublinhadas por níveis argilosos com restos vegetais e/ ou intraclastos argilosos que as pavimentam. Associadas a estas superfícies são comuns estruturas de deformação por carga; internamente, a laminação, que define os ventres, é também evidenciada por níveis milimétricos com restos de plantas incarbonizados (figs. 55 e 56).

No local P4b é possível observar uma sucessão de arenitos e a interdigitação das unidades de argilitos, que mostram, em conjunto, geometria em cunha e se encontram parcialmente erodidos pela unidade suprajacente (fig. 57).



Figura 57 – Pormenor do local P4b: 1- arenito; 2 – argilito;

No local P4c pode-se observar uma fácies argilosa, com geometria plano-convexa e com laminação paralela, evidenciada pela alternância de cores negra e cinzenta (fig. 58).



Figura 58 – Aspecto geral do local P4c e pormenor da laminação paralela.



A cor negra é devida à grande quantidade de matéria orgânica, onde se observa restos de plantas (troncos) incarbonizados, acumulações de enxofre e uma pequena falha normal (fig. 59).

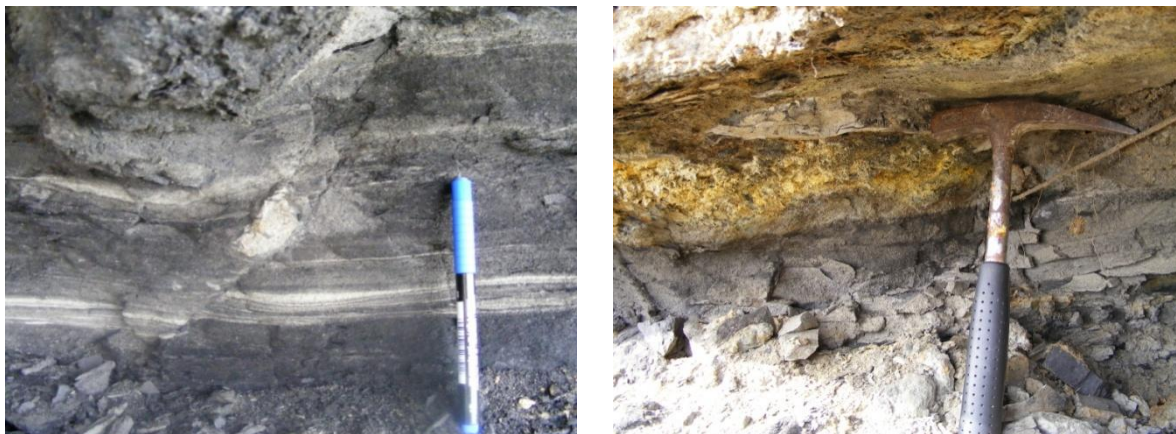


Figura 59 – Pormenor da falha e das acumulações de enxofre, no local P4c.

O local P4d, em continuidade com os anteriores, tem como objectivo observar, sob diferente perspectiva, o afloramento (fig. 60). Neste local são visíveis dois corpos sedimentares (1 e 2), multi-historiados, com geometria sigmoidal, que se encontram separados pela fácies de argilitos cinzentos, observada no local P4c.

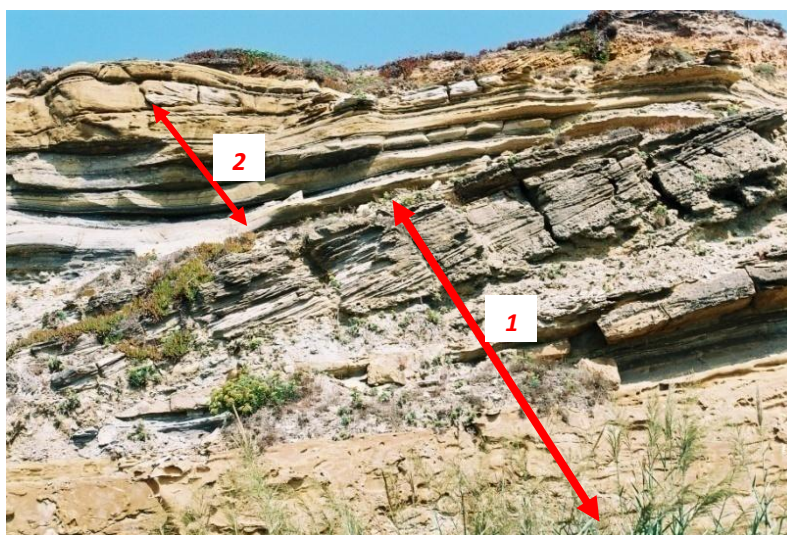


Figura 60 – Local de observação P4d: 1 e 2- corpos sedimentares

Cada corpo sedimentar é constituído por níveis de arenitos e argilitos, com geometria tabular em cunha e/ou sigmoidal, individualizados por superfícies internas erosivas, associadas aos níveis arenosos.

Em conjunto, as características sedimentares e a geometria dos depósitos permitem interpretá-los como representativos por um lado, do enchimento e migração lateral dos canais 1 e 2 e, por outro, das etapas evolutivas do sistema fluvial de elevada sinuosidade (Hill, 1988).

Os sistemas fluviais, na zona distal, possuem, regra geral, baixa capacidade de transporte e, portanto, a maioria dos sedimentos grosseiros já foram depositados. O seu traçado torna-se mais sinuoso adquirindo características meandriformes.

Os canais são estruturas erosivas, com perfil transversal côncavo, podendo atingir dimensões da ordem das centenas de metros. O enchimento, após abandono, de espessura métrica a decamétrica, é frequentemente mais grosseiro que os sedimentos que eles cortam. A erosão manifesta-se pela migração dos canais existentes e não pela formação de novos canais. A erosão acontece ao longo da margem côncava enquanto que na margem convexa ocorre sedimentação por acreção lateral, dando origem a "barras de meandro" ou "lóbulos de meandro" que, em geral, exibem estratificação cruzada (figs. 60 e 61).

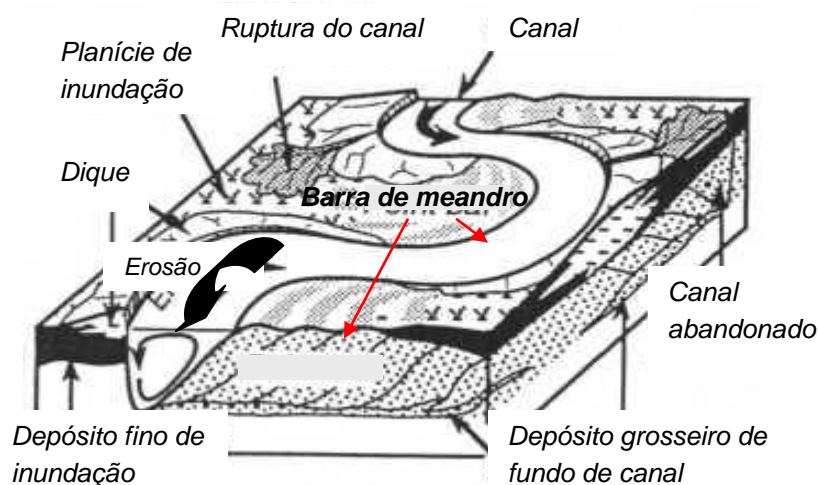


Figura 61 – Esquema representativo de um rio meandriforme (adaptado de Orstom, 1993)

Assim, a margem côncava de um meandro corresponderá ao local P4a e P4b do afloramento, em que a alternância observada deve-se a variações de energia do agente transportador que, no presente caso, corresponde a uma corrente unidireccional.

Nas etapas mais energéticas e de maior caudal, o rio transporta os sedimentos mais grosseiros (areia) por tracção, enquanto os mais finos (siltes, argilas e restos

vegetais) são transportados em suspensão (etapa 1). Quando ocorre um decréscimo de energia, o rio perde capacidade de transporte, e as areias depositam-se junto ao fundo, permanecendo as argilas em suspensão (etapa 2); se o caudal continuar a diminuir e, conseqüentemente, a energia, os sedimentos mais finos começam a decantar, dando origem aos níveis argilosos que recobrem as areias (etapa 3).

A repetição das etapas de 1 a 3 dá origem a uma alternância de níveis arenosos e argilosos (fig. 57).

Em épocas de maior descarga, o aumento do volume de água pode provocar ruptura dos diques alargando progressivamente a sua passagem e escavando uma rede de canais secundários na planície de inundação. Estas rupturas dos diques estão na origem do desenvolvimento de zonas pantanosas em depressões; são zonas baixas, mal drenadas e servem de bacia de decantação para as partículas mais finas, após as inundações da planície aluvial o que se observa no local P4c (fig. 58 e 59).

As características das fácies apontam para um ambiente de baixa energia (predomínio da decantação), suportando vegetação, de pequeno e médio porte, e com condições redutoras (preservação da matéria orgânica e presença de sulfuretos).

Em conjunto, estes aspectos são compatíveis com zonas húmidas, definindo pântanos ou lagos pouco profundos, que podem estar presentes numa planície aluvial.

Integrando estas características num ambiente marcado por um sistema de rios meandriformes, esta fácies ter-se-á formado a partir de um canal de meandro abandonado ou um lago temporário resultante do transbordo do canal.

Em termos ambientais, o conjunto de fácies e a geometria dos depósitos deste afloramento sugerem um sistema fluvial meandriforme, em que os arenitos com estratificação cruzada são representativos da barra de meandro, enquanto os argilitos/arenitos representam as etapas de transbordo na planície de inundação (fig. 62).

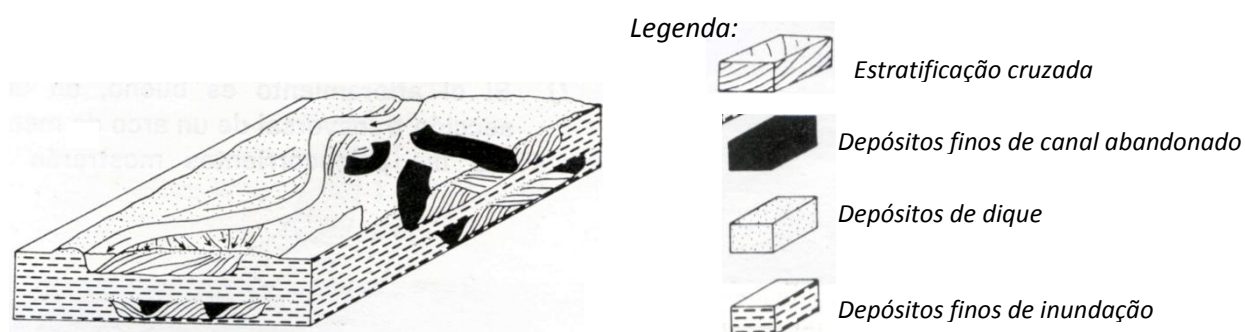


Figura 62 – Evolução de um sistema de rio meandriforme (*in* Diaz, 1984).

O sistema fluvial era caracterizado por significativas flutuações nas descargas e elevada carga em suspensão. A presença de perfis de solos carbonatados testemunha um clima semi-árido a subtropical, com estações bem marcadas, chuvosas e secas. A considerável quantidade de fragmentos vegetais (plantas), presentes na fácies do canal, indica que os vales húmidos suportavam uma flora diversificada (Hill, 1988).

#### **Paragem 4' - Formação da Lourinhã (Membro de Porto Novo)**

Tem-se acesso a este local contornando umas construções dos pescadores (fig. 63).

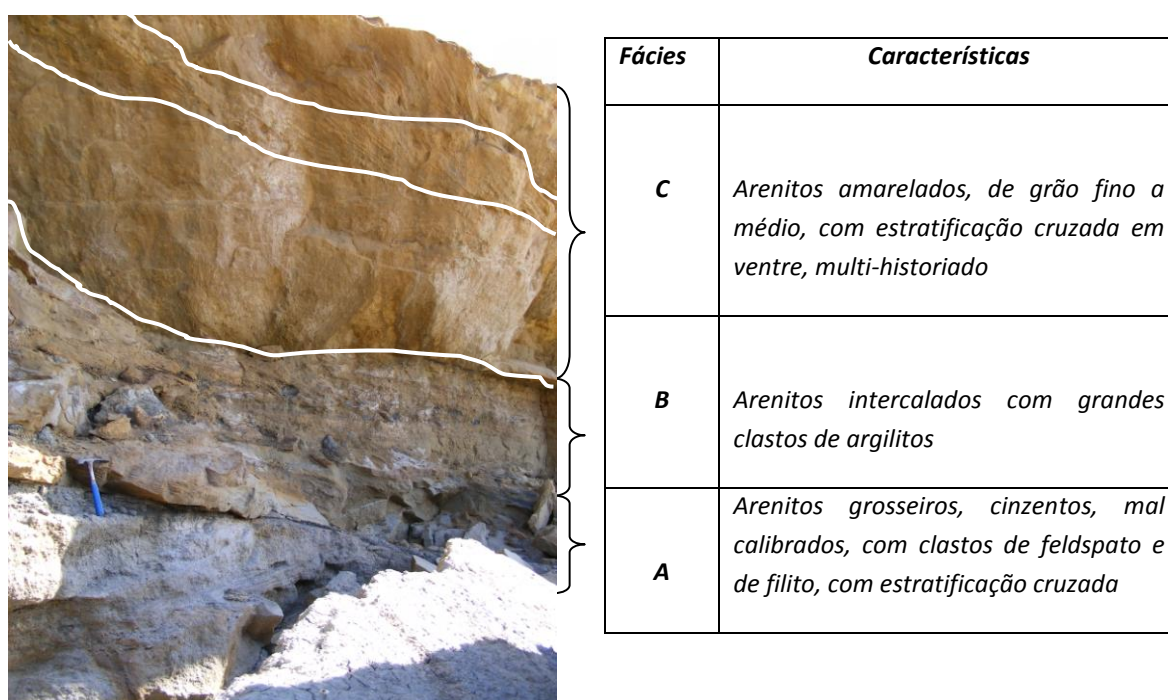


Figura 63 – Aspecto geral do afloramento

Embora este afloramento seja a continuação do anterior, quer em termos físicos quer em termos de fácies, como tal, poderá parecer um pouco repetitivo; neste contexto deve ser encarada como uma paragem alternativa dirigida a alunos mais interessados, pois pode-se observar alguns aspectos particulares de grandes dimensões, nomeadamente:

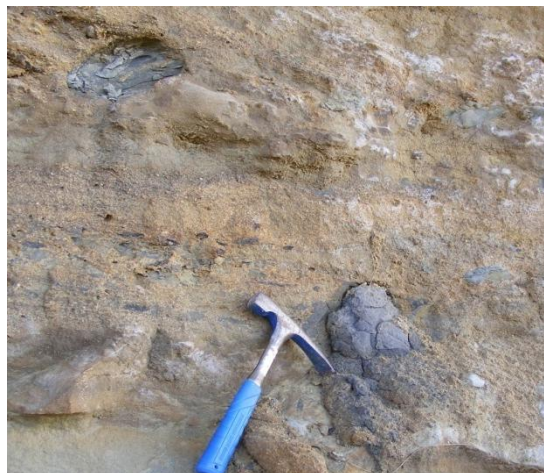
- pavimento conglomerático que constitui a base das unidades arenosas, composto por clastos de filitos e feldspato (fácies A – fig. 64 A);



- grandes clastos de argila intercalados em arenitos mais finos ( fácies B – fig. 64 B);
- falha inversa em que a caixa da falha se encontra preenchida com calcite ( fácies B – fig. 64 C).



A



B



C

Figura 64 – A e B Pormenores das fácies; C - Falha inversa

No mesmo local, mas num bloco caído, é possível observar laminação convoluta (fig. 65). Ao se fazer referência a esta estrutura sedimentar deve-se salvaguardar, de forma clara e inequívoca, o facto de o bloco estar caído, podendo a sua posição inicial, relativa ao afloramento, ter sido alterada e de o seu valor, em termos de estudos geológicos, ser diminuto. No entanto, a dimensão macroscópica das estruturas são uma mais-valia, em termos didácticos, pelo que se faz esta referência.

A laminação convoluta consiste numa disposição de lâminas contorcidas e dobradas, dentro de um estrato. As lâminas apresentam uma série de pregas de forma e



aperto diversos. Os planos axiais das pregas são, no caso observado, oblíquas à estratificação (figura 65). A sua génese interpreta-se como o resultado de uma deformação de uma estrutura anterior com laminação sub-horizontal ou estratificação cruzada. A causa da deformação pode ser deslizamento de sedimentos plásticos e deformações de carga simultâneas ao depósito, sendo a fluidificação um factor fundamental. Lowe (1975) (citado pelos autores) considera que a laminação convoluta é uma figura de carga muito complexa e que em muitos casos a formação da estrutura coincide, em parte, com o escape de água durante a consolidação dos sedimentos (Corrales *et al.*, 1977).



Figura 65 – Estrato arenítico com laminação convoluta.

Neste mesmo bloco pode-se observar interessantes formas esculpidas pela natureza, resultado de uma meteorização e erosão diferencial (fig. 66).



Figura 66 – Formas resultantes de meteorização e erosão diferencial.

**Paragem 5 – Formação da Lourinhã (Membro de Porto Novo)**

O afloramento, com coordenadas 9° 21' 33" O, 39° 10' 28" N, situa-se no extremo Norte da Praia de Sta. Rita (fig. 67).

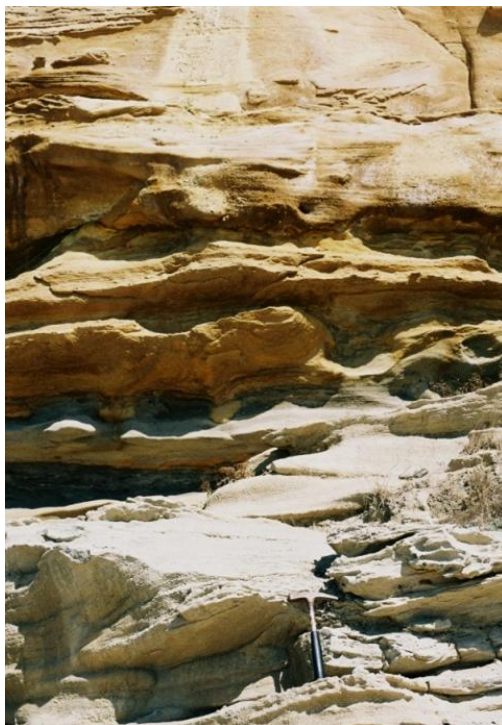


Figura 67 – Aspecto geral do afloramento

Os depósitos a observar neste afloramento formam um corpo sedimentar complexo, de espessura métrica, constituído por três grandes unidades, individualizadas por superfícies erosivas e que, no seu conjunto, definem uma mega sequência positiva. Da base para o topo podemos observar arenitos micáceos, cinzentos-claros, de grão fino com estratificação cruzada em ventre, ricos em restos vegetais incarbonizados de grande dimensão, aos quais se sucedem um espesso depósito de argilitos com clastos de areias muito finas dispersos; sobre estes depositam-se arenitos amarelados, de granulometria superior aos anteriores, que assentam sobre uma superfície erosiva, afectada por figuras de deformação por carga de grande dimensão.

Na base do afloramento e ao longo dos planos de estratificação podem-se observar restos de troncos de árvores incarbonizados; a sua posição (paralela e entre os planos de estratificação) indica que sofreram transporte.

O processo de preservação - a incarbonização - ocorre quando os organismos morrem e se depositam em meios desprovidos de oxigénio, e a decomposição, onde intervêm bactérias e fungos anaeróbios, é muito lenta. Por acção dos microorganismos a matéria orgânica vai-se decompondo, libertando voláteis ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , entre outros) e concentrando-se em carbono. As características do meio mais propícias à preservação de restos vegetais são condições redutoras ou anaeróbias e elevada taxa de sedimentação de sedimentos finos (o enterramento rápido dos organismos permite uma melhor preservação do mesmo).

Em determinadas circunstâncias, a incarbonização termina pelo facto de o meio se tornar asséptico, por morte dos microorganismos, provocada pelos voláteis libertados na decomposição.

O registo fóssil é aquele que nos permite obter mais informações sobre as características dos paleoambientes; daí a necessidade de se sensibilizar alunos e a população em geral, para a importância da sua preservação, caso contrário perde-se, em grande parte, “a memória dos tempos” (fig. 68).

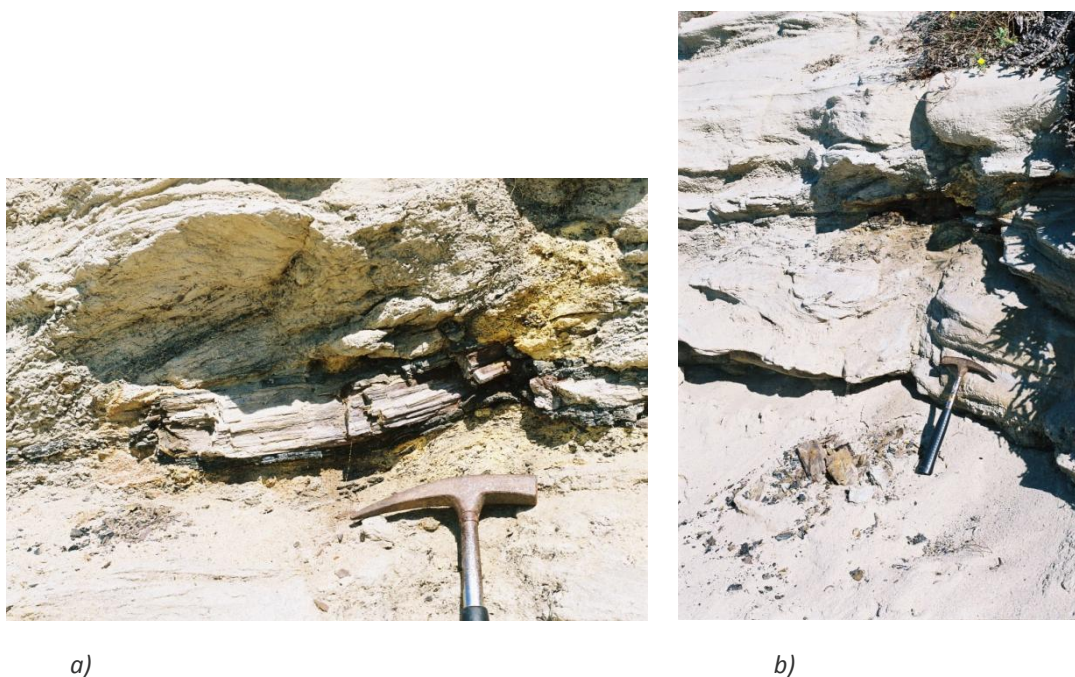


Figura 68 - Tronco fossilizado: a) aspecto em Agosto /07; b) aspecto em Dezembro /07.

No afloramento são visíveis figuras de deformação, provocada pela carga de sedimentos e por escape de fluidos.



As figuras de carga, de grandes dimensões, formam-se devido à instabilidade gravitacional criada pelo depósito de sedimentos relativamente densos sobre outros de menor densidade. Quando as forças ligadas a esta instabilidade superam as que mantêm o equilíbrio, na superfície de separação dos estratos produzem-se estas estruturas. Uma vez iniciada a deformação, a liquefacção dos estratos tem um papel fundamental no desenvolvimento da mesma (fig. 69) (Corrales *et al.*, 1977).

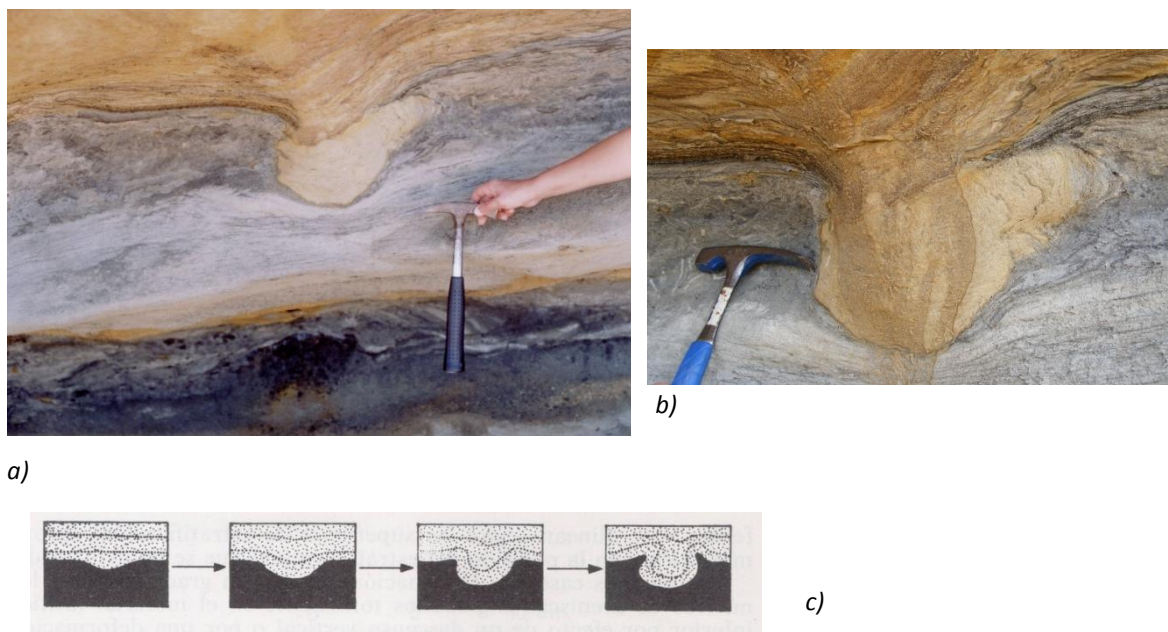


Figura 69 - Figura de carga: a) aspecto geral; b) pormenor; c) representação esquemática da sua génese (*in* Corrales *et al.*, 1977).

As estruturas por escape de fluidos têm uma génese semelhante às figuras de carga, mas devido à diferença de viscosidade, relacionada com o teor em água, entre duas camadas com litologias diferentes (argila/areia), formam-se projecções de argilas que se elevam como “chamas” e penetram nos arenitos. Este fenómeno está ligado ao escape de água dos sedimentos durante/após a sua sedimentação (fig. 70).

Em alguns locais também se observam estruturas em almofada que se diferenciam das estruturas anteriores, porque ocorre ruptura dos estratos e como que se delimitam pseudo-nódulos do material que formava o estrato original. Estes pseudo-nódulos podem ser côncavos na parte superior e convexos na parte inferior. Apresentam-se em séries arenítico – lutíticas, em que os pseudo-nódulos são de arenitos rodeados pelos materiais lutíticos que formam o estrato inferior e alinham-se segundo as superfícies de estratificação. A estrutura interna dos níveis é muito particular já que a laminação dos

arenitos se adapta à forma do núcleo, em especial na parte convexa do mesmo (fig. 71 a e b) (*in Corrales et al., 1977*).

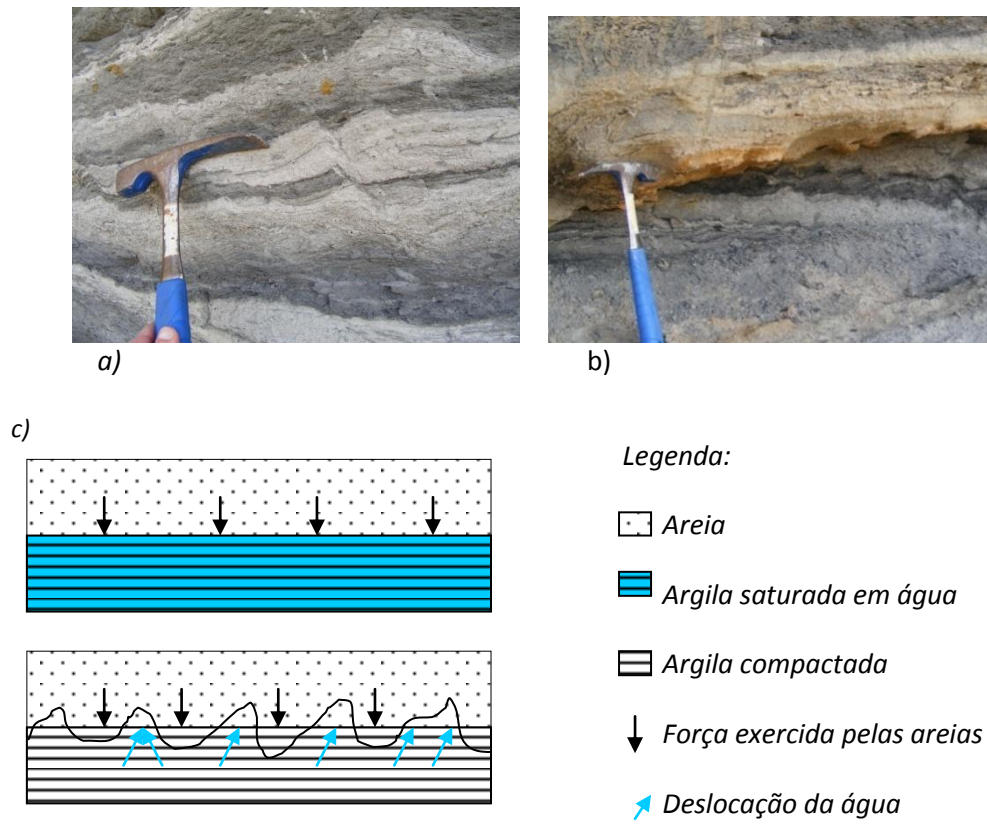


Figura 70 – Estruturas por escape de fluidos: a) e b) pormenores; c) – esquema representativo da sua formação.



Figura 71 a) – Pormenor da estrutura em almofada.

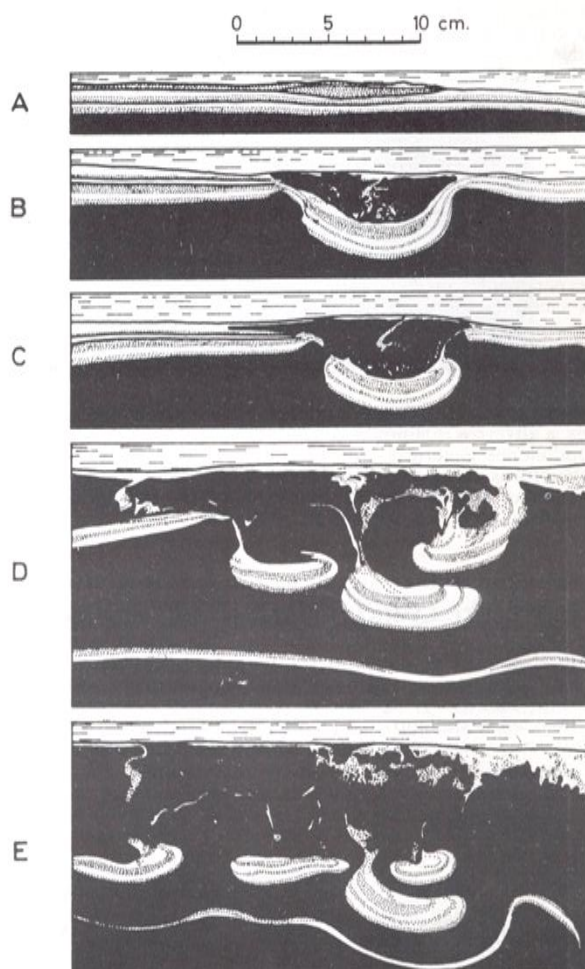


Figura 71 b) – Formação das estruturas em almofada, segundo Kuenen (1958) (*in* Corrales *et al.*, 1977).

Neste afloramento, um pouco mais para Oeste, é possível observar a fácies de argila de espessura métrica, afectada por figuras de escape de fluidos de grande escala e uma falha distensiva (fig. 72).

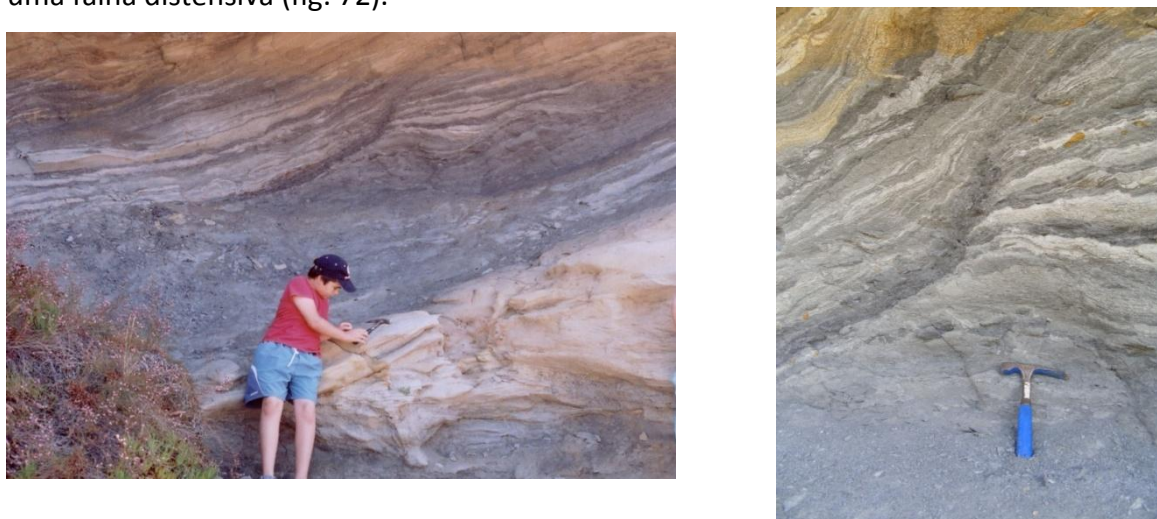


Figura 72 – Aspecto geral do estrato argiloso e pormenor da falha distensiva.



**Paragem 6 – Formação da Lourinhã (Membros da Praia Azul/ Porto Novo)**

Chegando à zona sul do parque de estacionamento da Praia de Sta Rita percorre-se o caminho que contorna a arriba. Uma pequena caminhada para sul, ao longo da praia, permite chegar à zona representada na figura 73.

Neste local, com coordenadas 9° 21' 39'' O, 39° 10' 11'' N, pode-se observar uma sucessão de argilitos, calcoarenitos ricos em fósseis e um corpo arenoso multi-historiado, com geometria em cunha, dentro do qual se pode definir uma sucessão de fácies de arenitos e fácies heterolíticas.

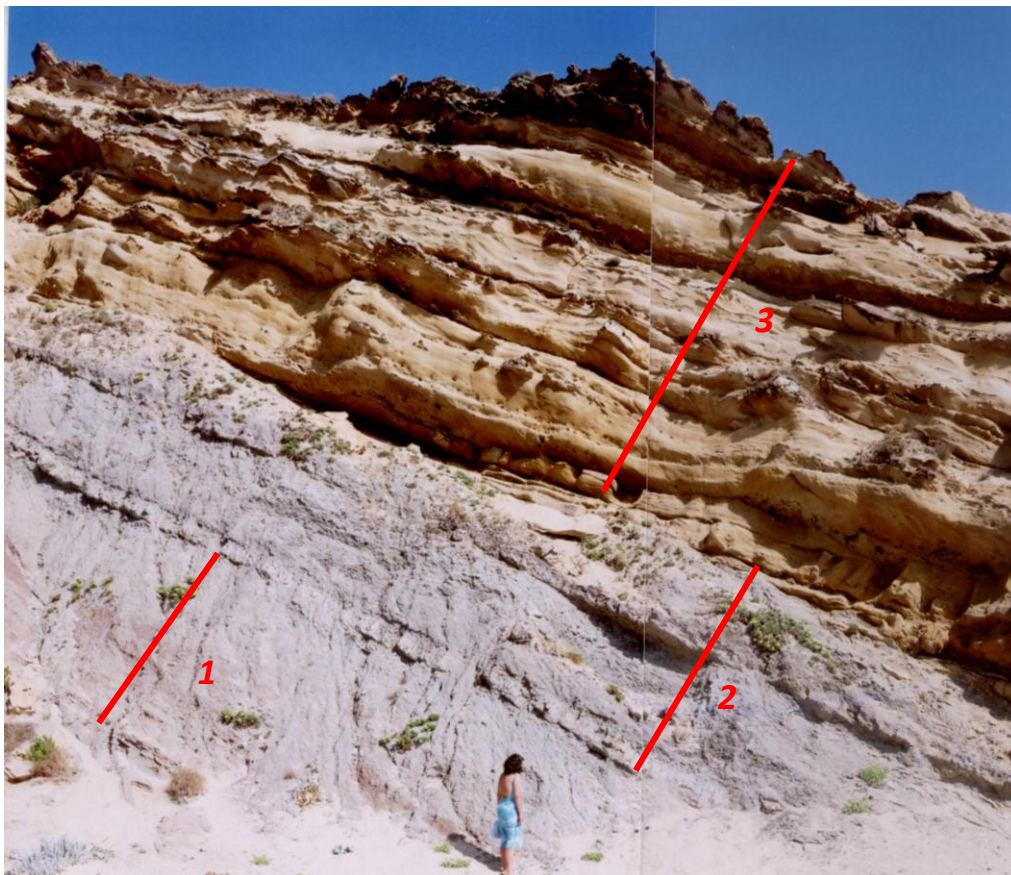


Figura 73 – Aspecto geral do afloramento: 1- argilitos; 2- calcoarenitos; 3- corpo arenoso multi-historiado.

Os depósitos de argilitos e calcoarenitos correspondem ao Membro da Praia Azul, enquanto o corpo arenoso ao Membro de Porto Novo (Hill, 1988).

Na base do afloramento observa-se um depósito de argilito, mal consolidado, que varia de cor avermelhada para acinzentada, revelador de um ambiente de sedimentação continental/marinho, registando uma variação no ambiente de oxidante para redutor.

A estes depósitos sobrepõem-se níveis de calcoarenitos, que intercalam argilitos, ricos em fósseis de bivalves marinhos, por vezes com características lumachélicas (fig. 74).

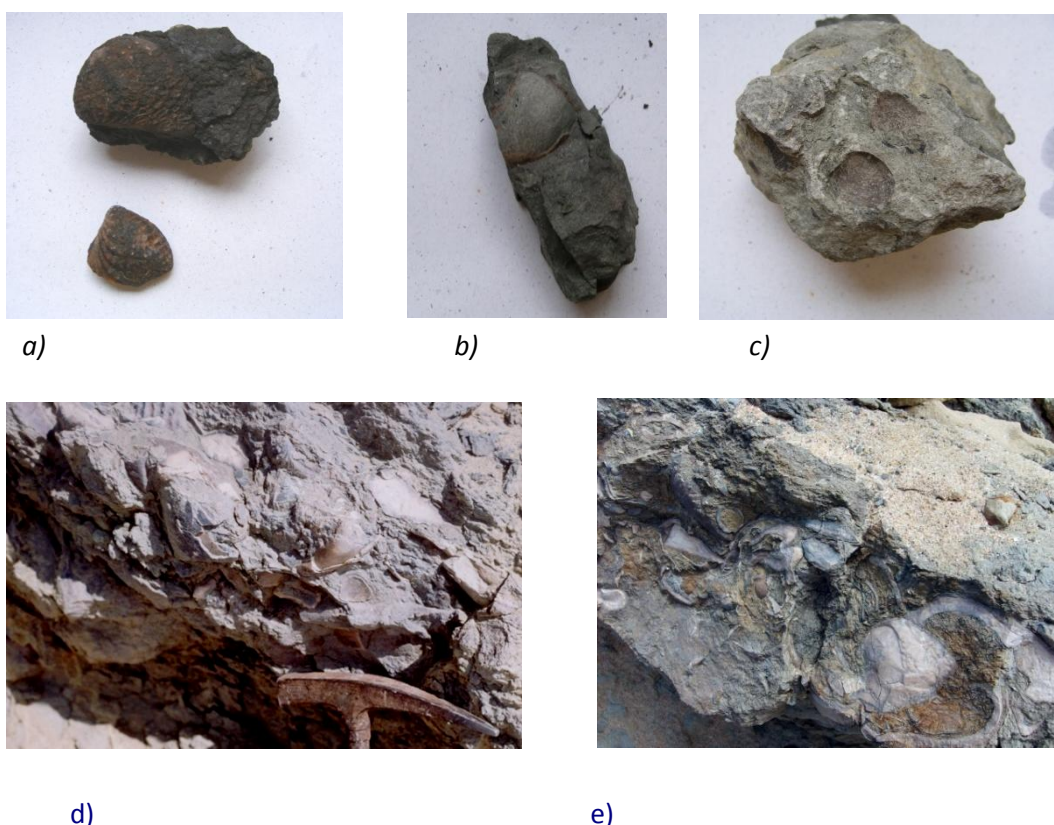


Figura 74 – a) b) e c) -Alguns dos fósseis recolhidos; d) e e)- Lumachela

Estratigraficamente, a relação entre os depósitos designados por 2 e 3 parece indicar uma transição entre condições marinhas (2), evidenciadas pela litologia e pela presença de fósseis de bivalves, a depósitos com características mais continentais (3). O contacto é uma superfície erosiva, recoberta por um pavimento de intraclastos argilosos; a estes sobrepõem-se arenitos, de cor amarelada, que definem unidades individualizadas por superfícies onduladas, com carácter erosivo, marcadas por níveis de argilitos cinzentos (fig. 75). A mudança das características entre os conjuntos de estratos 2 e 3 poderá ser atribuída a uma regressão marinha.

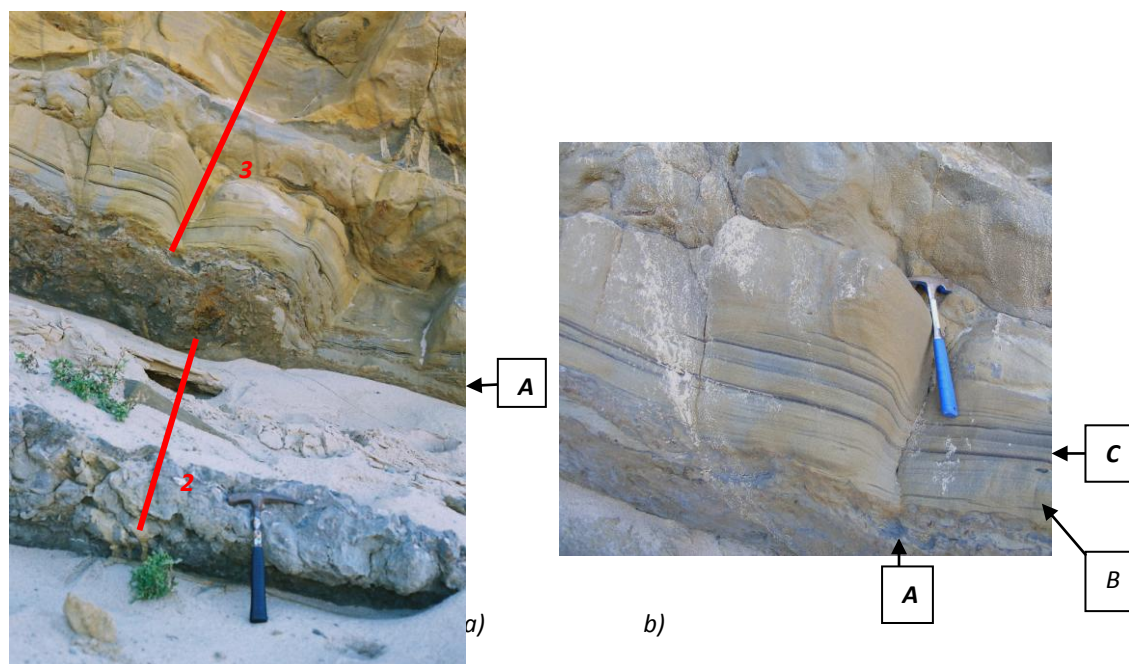


Figura 75 – a) Transição entre o conjunto de depósitos 2 e 3; b) Pormenor do conjunto 3; A- base erosiva; B- clastos de argila; C- fácies heterolítica.

A parte alta do afloramento é constituída, como referido anteriormente, por um corpo arenoso multi-historiado. Sobre as argilas observa-se um depósito de arenitos, cuja base é irregular e erosiva; a presença de clastos de argila, alguns de grandes dimensões e formas irregulares, pavimentando as superfícies erosivas, denunciam erosão parcial dos níveis argilosos e o re-trabalhar dos clastos durante a deposição dos arenitos (fig. 75b).

Como depósito suprajacente surge uma fácies heterolítica, que é constituída por finas lâminas alternadas de arenitos e argilitos, que terminam em cunha, à qual se sobrepõe, novamente, uma fácies de arenitos (figs. 75 e 76).

Para o topo do afloramento pode-se observar que este termina com uma sequência repetitiva de depósitos de arenito e argilito, de espessuras variáveis que, em conjunto, definem sequências, individualizadas por bases erosivas, de traçado textural positivo (figs. 73 e 75).

Os depósitos, que se observam nesta paragem, são interpretados como representativos de ambientes de transição, baías protegidas / sistemas deltaicos (Hill, 1988).



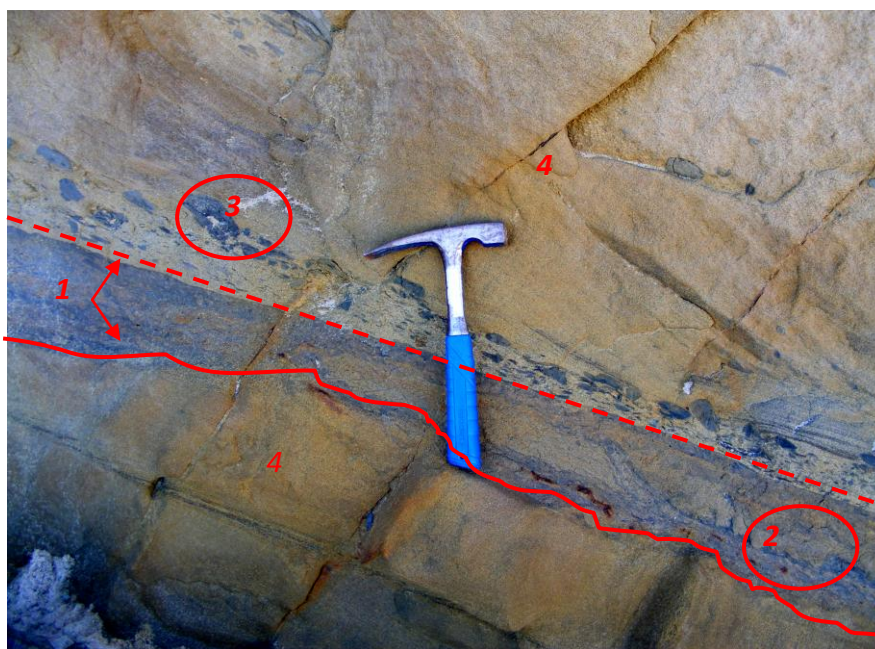


Figura 76 – Pormenor do corpo arenoso: 1- base erosiva; 2- fácies heterolítica 3- clastos de argila; 4- arenitos.

Os depósitos de argilitos, junto à base da associação, são indiciadores de meios pouco energéticos que possibilitavam a deposição de sedimentos finos transportados em suspensão. Os depósitos suprajacentes, ricos em fósseis de bivalves marinhos, revelam ambientes onde predominava a sedimentação carbonatada afectados pelo acarreo de materiais detríticos (argilas e areia) que possibilitou a formação de depósitos de argilitos e calcoarenitos. Em conjunto, estes depósitos materializam os ambientes de bacias marginais pouco profundas mas afectadas por flutuações de profundidade, expressas pelo carácter transgressivo dos depósitos. Estas zonas marginais estariam associadas, espacialmente, a um sistema de deltas entrançados.

Os depósitos com características mais continentais, a topo, sugerem uma reactivação da capacidade do sistema deltaico responsável pelo influxo de siliclastos; o carácter multi-historiado destes depósitos indica variações energéticas, possivelmente condicionadas por variações climáticas (pluviosidade) sazonais.

A sucessão de depósitos com características mais marinhas e continentais é indiciadora de flutuações do nível do mar, respectivamente, transgressão e regressão (fig. 77).

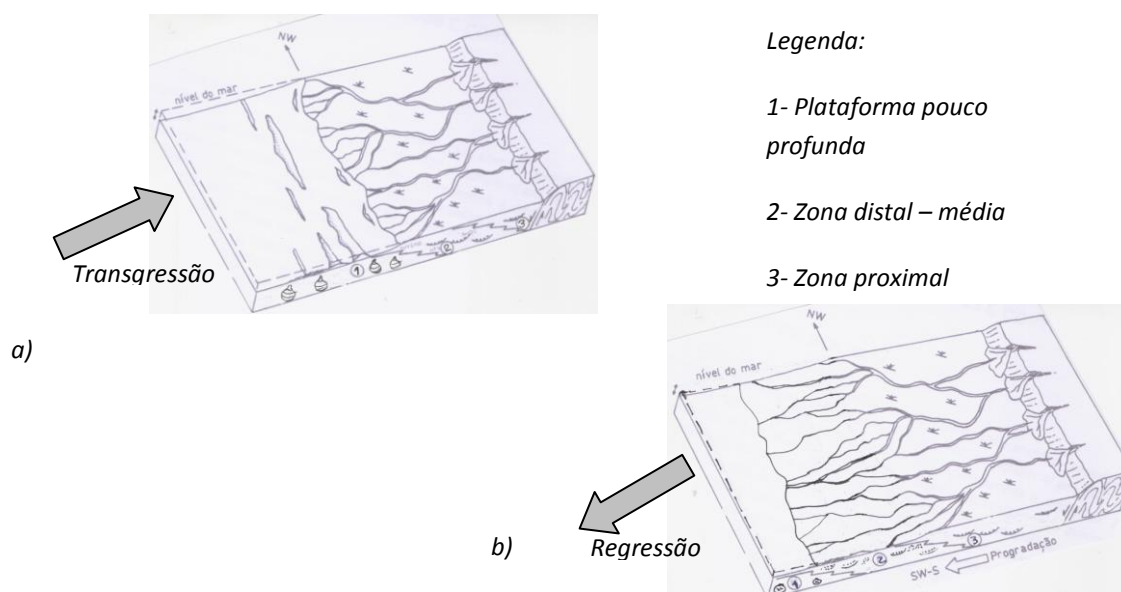


Figura 77 – Esquemas representativos da dinâmica sedimentar na zona sul da praia de Sta. Rita; a) transgressão; b) regressão (adaptado de Bernardes, 1992)

A arquitectura do registo é explicada por Hill (1988) admitindo uma subida rápida do nível do mar no Titoniano (Jurássico superior). O rápido deslocamento da linha de costa em direcção à planície deltaica, de baixo-gradiente, poderá explicar a presença dos depósitos com características mais marinhas (fig. 77 a) (Hill, 1988).

Após a transgressão terá ocorrido uma regressão que possibilitou a progradação rápida do sistema de deltaico (fig. 77 b).

O itinerário proposto é, como já referido, uma proposta, que tem uma duração aproximada de 7 horas e 30 min., não esquecendo, neste tempo, paragens para descanso e almoço, e no qual se percorre, a pé, cerca de 1,5 km, numa perfeita conjugação da Ciência / Aprendizagem / Bem-estar.





## IV. O Ensino das Ciências, em geral, e da Geologia, em particular

### IV. 1. Introdução

Para se entender o que Weiner (1985) designou por "Máquina Viva Azul", é necessário perceber que o Planeta Terra é um Sistema dinâmico constituído por sub-sistemas – geosfera, hidrosfera, biosfera e atmosfera, que interagem entre si com fluxos de matéria, energia e informação (fig.78).

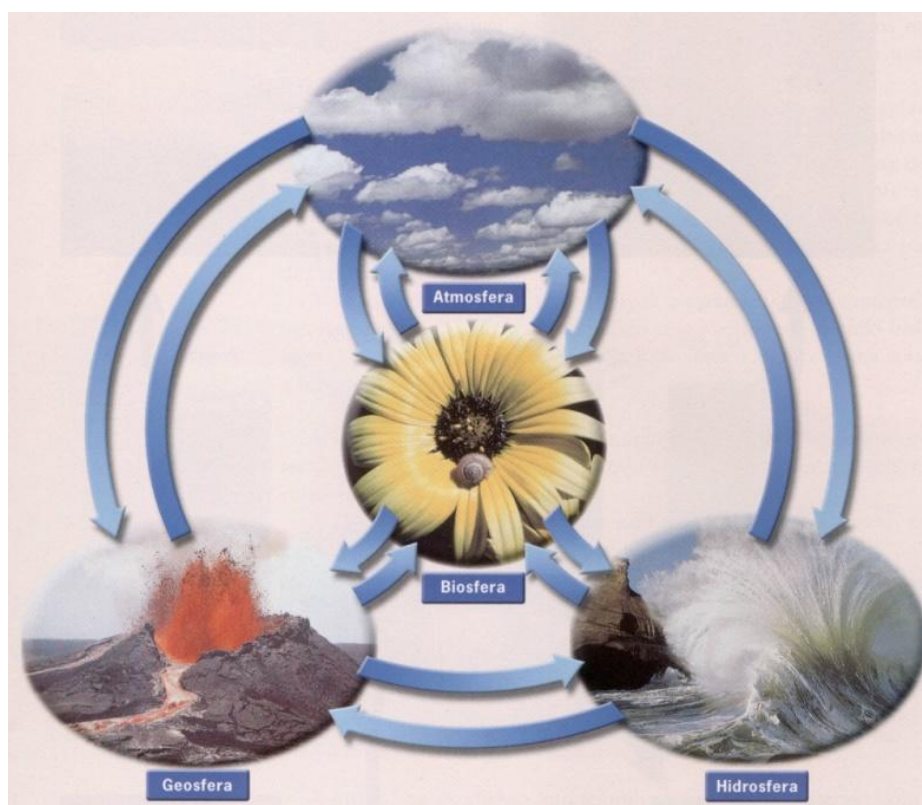


Figura 78 - Interação entre os grandes subsistemas terrestres (*in* Amparo *et al.*, 2003)

A geosfera, constituída pelos diferentes tipos de rochas, com idades, grau de consolidação e alteração variada, é considerada a fonte primária a partir da qual a Terra evoluiu originando os outros subsistemas: a atmosfera, a hidrosfera e a biosfera, pelo que

se pode afirmar que constituiu o suporte para o aparecimento da Vida. Estes sistemas estavam e estão em interacção entre si evoluindo as suas características ao longo do tempo e do tempo geológico (Ferreira, 2007).

Sendo que a dinâmica externa da geosfera se manifesta através de fenómenos tectónicos, vulcânicos, sísmicos e climáticos, uma alteração, mesmo que pequena, neste subsistema, interfere com equilíbrio e funcionamento dos outros, que terão de se readaptar, na procura incessante da manutenção do equilíbrio, por estes factos, dinâmico.

Segundo Mateus (2001), "Olhar" a Terra significa observar, caracterizar, compreender e explicar a dinâmica dos sistemas naturais, algo que exige capacidades de análise, de discussão e de avaliação crítica do conhecimento geológico adquirido, integrando de forma sistemática os saberes obtidos no âmbito de abordagens multi e interdisciplinares.

Contribuir para que o cidadão comum compreenda as causas e efeitos dos fenómenos naturais como sismos, vulcanismo ou simples inundações, no passado atribuídas a “zangas e mau humor dos deuses”, é papel do geólogo, e também dos professores de Geologia, que «racionalizando em termos simples estes conceitos permitem a destruição das visões antropocêntricas do Mundo» (Mateus, 2001)

O valor educativo da Geologia é vulgarmente subestimado e as razões que justificam tal facto são de natureza diversa, porém, facilmente se verifica que não existe outro fundamento que não o cultural para explicar aquele preconceito (Mateus, 2001) já que, segundo Andrade (1997), a Geologia permite: «...i) um melhor conhecimento dos fenómenos geológicos de modo que estes possam, se não evitados, pelo menos reduzidos no seu impacto negativo; ii) um melhor domínio das técnicas de prospecção de modo a permitir uma extracção de materiais mais adequada quer em quantidade, quer em qualidade; iii) um melhor conhecimento do território para que se possa intervir correctamente no planeamento regional e urbano e na escolha dos locais mais adequados para a construção de obras de engenharia...», ou seja, é indispensável para que cada cidadão se envolva, de forma consciente e fundamentada, na preservação e sustentabilidade do Planeta Terra (Rebelo *et al.*, 2000).

Porém, cada vez mais os jovens abandonam escolhas relacionadas com o estudo Científico-Tecnológico. Apesar de diferentes explicações para este facto e de o mesmo ocorrer também noutros Países, interpreta-se este abandono essencialmente como uma consequência de muitas vezes os alunos não perceberem o interesse para o seu dia-a-dia destas áreas, bem como pelo facto de serem disciplinas consideradas “difíceis”. Cachapuz

*et al.* (2002) referem, ainda, como causa do afastamento de muitos jovens de estudos científicos e até da adopção, por muitos deles, de posicionamentos anti-científicos, o receio do controlo tecnocrático e os efeitos colaterais do desenvolvimento científico/tecnológico com que somos frequentemente confrontados.

Pedrosa *et al.* (2001) questionam «... porque não existe fórmula, ou fórmulas, cuja aplicação resulte na compreensão dos problemas da vida real, como tal percebidos pelos alunos», porque é que «o ensino, em geral, e o das ciências, em particular, se confronta com inúmeras dificuldades e contradições de percurso, destacando-se as relacionadas com problemas de aprendizagem de ciências e de literacia científica manifestadas por diversas populações estudantis?».

Uma Educação Científica deve promover o estudo de problemáticas em torno de questões que integrem a Ciência – Tecnologia - Sociedade - Ambiente (CTSA), ou seja, uma educação de valores e para os valores (Marques *et al.*, 2001), porque não pode defraudar as expectativas e os desejos dos cidadãos - alunos devido a três paradigmas, enunciados por Orion (2001), que se inter-relacionam, a saber:

- . O paradigma da “ciência para todos”: o objectivo principal da educação em ciências é educar os nossos futuros cidadãos em vez de os preparar para serem futuros cientistas;

- . O paradigma construtivista: o modelo educativo que coloca o aluno no centro do processo;

- . O paradigma “verde”: a consciencialização do meio ambiente no nosso quotidiano.

Marques *et al.* (2001) defendem que, para uma educação científica de qualidade, os alunos, cidadãos do mundo, construam uma concepção do mesmo coerente com a proposta dos cientistas.

Segundo Fiolhais (2007) «... A ciência, por sua própria natureza, tem de ser aberta, tem de ser comunicada. Ciência oculta não é ciência, mas pseudo-ciência. E a ciência tem de ser comunicada não apenas na comunidade científica, mas também e de forma diferente na sociedade em geral, a começar pela escola ... É necessário um ensino formal da ciência, que deve ocorrer na escola, mas também um ensino informal...Os livros são essenciais, .... Mas também o são os jornais ... também o são os meios audiovisuais, como a rádio e a televisão. ...Há ainda a Internet, que é um meio poderoso que está em larga medida por explorar...Com as novas redes de comunicação, os muros da escola são derrubados e pode-se tirar partido desse facto...»

Mas, num mundo em mudança rápida, senão mesmo vertiginosa, cada vez mais se pretende o desenvolvimento integral do aluno, no sentido de o preparar para o exercício de uma cidadania activa onde as competências fazem parte do processo de desenvolvimento pessoal dos indivíduos e da aprendizagem (Galvão *et al.*, 2006).

É imperioso que os alunos desenvolvam um trabalho que os dotem de diversas competências, não apenas de carácter técnico, mas também de carácter pessoal e relacional, que permitam a sua adaptação e a sua plena integração social e profissional num mundo de requalificação e aprendizagem permanentes ao longo da vida, já que a necessidade de formação acompanhará toda a vida profissional dos indivíduos (Galvão *et al.*, 2006).

#### IV. 2. Ensino por Pesquisa

---

O Ensino por Pesquisa apela à inter e transdisciplinaridade, resultado da necessidade de compreender o mundo na sua globalidade e complexidade, à abordagem de situações – problema do quotidiano, numa perspectiva Ciência – Tecnologia – Sociedade - Ambiente (CTSA), ao pluralismo metodológico a nível de estratégias de trabalho, de entre as quais o Trabalho Experimental se assume com um novo significado, uma nova importância e a uma avaliação formadora envolvendo todos os intervenientes no processo de ensino aprendizagem.

Deste modo, a “matéria a ensinar” passa a ter uma nova expressão já que esta Nova Didáctica implica um aprofundar mais qualitativo dos conteúdos numa adequada articulação em corpos coerentes de conhecimentos, um melhor conhecimento dos problemas e da sua origem, fomentando e permitindo ainda o desenvolvimento da construção desses conhecimentos; um atender aos processos da sua construção, tendo em conta dificuldades e obstáculos epistemológicos encontrados ao longo da história da ciência, a que se juntam questões éticas, sócio-políticas e sócio-culturais (Cachapuz *et al.*, 2002).

Pedrosa *et al.* (2001) defendem que a construção de percursos investigativos devem contemplar a participação e o envolvimento dos alunos na identificação e compreensão de problemas, e na procura e construção disciplinar ou multidisciplinar de soluções educacional e culturalmente relevantes - designado Ensino Por Pesquisa por



Cachapuz *et al.* (2000); deste modo, contribuir-se-á para uma formação mais global dos alunos, revelando-se decisiva para a construção de saberes específicos inter-relacionados com a vida quotidiana, para além de permitir a aquisição de competências técnicas e o desenvolvimento de capacidades intelectuais, de pensamento sistémico, de valores e atitudes coerentes com a promoção de desenvolvimento sustentável em democracias efectivamente participativas.

A este propósito, Ballenilla (1997) (*in* Pedrosa *et al.*, 2001) estabelece paralelismo entre as actividades dos alunos centradas em problemas e o que designa por modelo didáctico-investigativo: "Se, além disso, é a investigação de problemas relevantes que rege e organiza a actividade dos alunos, fica clara a relevância deste princípio, e daí a proposta de utilizar como referência um Modelo Didáctico-Investigativo".

É neste contexto que surgem iniciativas e propostas de ensino que explicitamente contemplam inter-relações CTSA, que incluem perspectivas investigativas para percursos educativos, reclamando participação e envolvimento de professores e alunos, propostas essas que pretendem:

- o estudo de problemas abertos com interesse para os alunos no âmbito CTSA;
- valorizar a história da ciência e contextos sócio-culturais de produção de conhecimento;
- utilizar trabalho de grupo e de cooperação intergrupos;
- desenvolver conhecimento para a acção;
- proporcionar actividades de síntese e reflexão crítica.

Nesta perspectiva de ensino, enquadrada nas novas orientações da Didáctica das Ciências, são enfatizados os aspectos educacionais através de uma visão externalista da Ciência, não só para a construção de conceitos, mas também de valores, atitudes e capacidades, ou seja, de competências. Valoriza-se o conhecimento para a acção, assente em perspectivas socioconstrutivistas, ou seja, "Vigotskianas". Estas perspectivas, sendo mais abrangentes, de carácter ecológico, denotam melhores condições de rentabilidade do trabalho experimental como instrumento privilegiado para a promoção de aprendizagens significativas. Segundo Hofstein e Lunetta (2002) (*in* Fonseca *et al.*, 2005), vários estudos apontam para os benefícios do trabalho experimental nas escolas, pois melhora as atitudes e o interesse pelo aprender ciência, pelos alunos.

### *IV. 3. Trabalho Prático*

---

Termos como Trabalho Prático / Trabalho Laboratorial / Trabalho Campo / Trabalho Experimental têm sido usados de forma indiscriminada, reflectindo alguma ambiguidade na caracterização e distinção entre eles.

Segundo Hodson (1988), o Trabalho Prático exige um envolvimento activo do aluno, daí ser mais abrangente englobando todos os outros tipos de trabalho: o Trabalho de Laboratório, o Trabalho de Campo e o Trabalho Experimental. O critério utilizado na distinção entre Trabalho de Laboratório e Trabalho de Campo, de outros tipos de Trabalho Prático, relaciona-se com o local onde a actividade se desenvolve. O Trabalho de Laboratório engloba actividades que requerem a utilização de materiais de laboratório e que, por isso, deve-se realizar preferencialmente num laboratório.

Miguéns (1999), por seu turno, caracteriza o Trabalho Prático como actividades realizadas pelos alunos na sala de aula, no laboratório ou no campo e que implicam uma interacção com materiais e equipamento. Estas actividades podem envolver um certo grau de intervenção do professor e incluir exercícios de observação, demonstrações, experimentações, experiências exploratórias e investigações.

Já para Oliveira (1999), o Trabalho Experimental refere-se a investigações que os alunos podem desenvolver, recorrendo a recursos variados e constituem-se em experiências significativas permitindo a construção, no seio de comunidades de aprendizagem, de significados de conceitos próximos dos que são aceites pela comunidade científica.

Segundo Leite (2001), o Trabalho Laboratorial e o Trabalho de Campo diferem no local onde são realizados: o Trabalho Laboratorial é normalmente realizado num laboratório e o Trabalho de Campo é efectuado ao ar livre.

O esquema da figura 79 apresenta as relações existentes entre os termos mencionados.

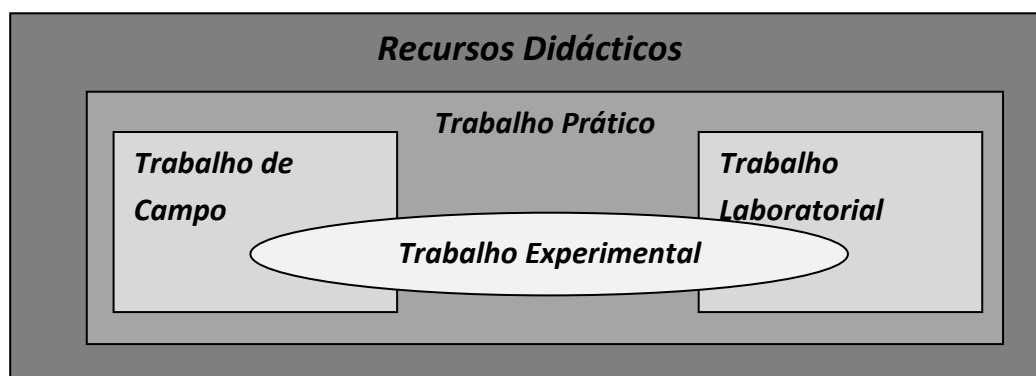


Figura 79 - Relação entre Trabalho Prático; Trabalho Laboratorial; Trabalho de Campo e Trabalho Experimental. Adaptado de Hodson, 1988, extraído de Leite, 2001 (*in* Trabalho Experimental no Ensino da Geologia: Aplicações da Investigação na sala de aula)

### 3.1. Trabalho de Campo

Orion (1988) defende que a Educação em Ciências deve contemplar uma abordagem holística dos diferentes ambientes de aprendizagem (campo, museu, laboratório e sala de aula), devendo o professor interligar as actividades realizadas de modo que esses diferentes ambientes se complementem.

O Trabalho Laboratorial e o Trabalho de Campo assumem-se como importantes recursos didáticos, pois permitem desenvolver competências nos domínios do «Saber Ciência» (explicação científica de fenómenos), «Saber Fazer» (construção da ciência) e do «Saber Estar» (adopção de atitudes e de valores relacionados com uma educação para a cidadania), isto porque, e segundo Perrenoud (2001), o desenvolvimento de competências “... está relacionado com o processo de mobilizar ou activar recursos – conhecimentos, capacidades, estratégias – em diversos tipos de situações problemáticas...”.

Enquanto o Trabalho de Laboratório permite alcançar objectivos no domínio das atitudes (motivar os alunos, estimular a cooperação entre eles, por exemplo), no domínio procedimental (desenvolver capacidades de observação, dominar técnicas laboratoriais), no domínio conceptual (adquirir conceitos, explicar fenómenos), no domínio da metodologia científica (resolver problemas), o Trabalho de Campo, além de permitir alcançar os mesmos objectivos, permite, ainda, pelo facto de colocar o aluno em contacto

com o objecto de estudo, alcançar um grupo de objectivos mais específicos que advêm da experiência directa com um fenómeno concreto, ou com materiais não disponíveis numa sala de aula, ou que se relacionam com a recolha de materiais e a utilização de instrumentos científicos típicos (martelo e bússola de geólogo), ou objectivos associados ao contacto e utilização da natureza contribuindo para o desenvolvimento de atitudes positivas (Dourado, 2006).

Ao realizar Trabalho de Campo, o aluno faz observações, interpretações, formula hipóteses e confronta-as, constrói modelos e manuseia materiais. Este contacto com o real pode contribuir para que alguns conceitos básicos de geologia, por exemplo, falha, dobra, contacto, fiquem mais claros para os alunos (Praia e Marques, 1997). Por outro lado, com a realização destas actividades o aluno pode adquirir ou desenvolver metodologias de pesquisa (investigação) em campo que têm um papel importante na disciplina de Geologia, mas também noutras, tais como Biologia e Ecologia (Orion, 1998).

Pode então considerar-se que o Trabalho de Campo tem como finalidades (Praia e Marques, 1997):

- a) mobilizar conhecimentos geológicos prévios;
- b) construir representações a partir das observações realizadas;
- c) suscitar problemas partindo de dúvidas e questões;
- d) estruturar hipóteses para as confrontar com os conhecimentos adquiridos;
- e) desenvolver atitudes e valores inerentes em ambiente natural.

Para além do valor intrínseco de cada uma destas modalidades (Trabalho de Laboratório e Trabalho de Campo), alguns autores, citados por Dourado (2006), atribuem-lhe um valor acrescido se estes puderem ser concretizados de forma articulada e integrada porque, segundo Orange (1999) (*in* Dourado, 2006), pressupõem:

«- Um contacto dos alunos com as duas formas do “real” (de campo e de laboratório) que proporcione a utilização de estratégias de resolução de problemas reais ou emergentes do real;

- O trabalho realizado no laboratório deve orientar, naturalmente, a leitura dos dados de campo e, em contrapartida, a actividade de campo permitirá uma análise crítica dos resultados obtidos no laboratório;

- Os dados obtidos no campo e os dados obtidos no laboratório são influenciados por referenciais teóricos oriundos de diversas disciplinas e deverão permitir a elaboração de novos modelos teóricos ou o aperfeiçoamento dos já existentes;

- a solução de problemas a estudar resultará da articulação entre os dados empíricos recolhidos no campo e no laboratório e os modelos teóricos disponíveis;

- O Trabalho de Laboratório e o Trabalho de Campo contribuem para a resolução dos problemas de modo desigual, devido ao facto do tempo no laboratório e no campo ser diferente. Enquanto no laboratório os dados não dependem do tempo, os registos empíricos efectuados no campo arrastam consigo toda a história;

- O Trabalho de Laboratório e o Trabalho de Campo não podem ser linearmente transportados da investigação científica para a sala de aula.»

No entanto, a concretização do Trabalho de Campo, numa perspectiva integradora, levanta algumas dificuldades:

- para os professores, pois torna-se difícil a organização e concretização integrada do Trabalho de Campo devido a razões relativas à organização curricular e gestão da escola e às condições logísticas, materiais e financeiras. Destas últimas podem-se referir, a título de exemplo, o elevado número de alunos por turma, rigidez de horários, dificuldades financeiras, documentação de apoio e do tipo legal (Dourado, 2006). Acresce ainda que a nova legislação impede que o professor da disciplina seja acompanhado por outro professor da mesma área disciplinar, o que obriga a que o acompanhamento dos alunos seja feito por um professor da turma que inevitavelmente não tem formação na área, resultando assim um esforço inglório (Ofício Circular n.º 2 de 2005- 01- 04 emanado pela Direcção Regional de Educação de Lisboa).

- para os alunos, pois o espaço exterior é um ambiente de ensino muito complexo devido ao grande número de estímulos que podem contribuir para desviar a atenção do objecto de estudo, fenómeno este referido por alguns autores como espaço novidade (Orion, 2001; Morgado *et al.*, 2001); relevam ainda dificuldades na compreensão dos dados fornecidos pelo campo e a sua utilização na formulação dos problemas (Dourado, 2006); e exige conhecimentos do tipo prático, que os alunos não adquirem, normalmente na sala de aula e que o curto tempo de duração do Trabalho de Campo dificulta a sua apropriação.

Orion (2001) atribui estas dificuldades a três factores: cognitivos (dependem dos conceitos e das competências com que os alunos devem lidar ao longo da saída de campo), geográficos (dependem da familiarização dos alunos com a área física do



percurso a realizar durante a Saída de Campo) e os psicológicos (diferença entre as expectativas e a realidade) (fig. 80).



Figura 80 – Factores que condicionam a aprendizagem dos alunos durante a saída de campo, segundo Orion (1989) (*in* Rebelo *et al.*, 2000).

Apesar de todas as dificuldades, o Trabalho de Campo deve ser muito valorizado, segundo vários autores, (Dourado e Sequeira, 2001), porque:

- «... não existem dúvidas sobre a riqueza que pode trazer para a experiência do aluno sair da sala de aula e tomar contacto com a realidade» (Nieda, 1994);
- «... o principal papel desempenhado pelo Trabalho de Campo no processo de ensino é a experiência directa com um fenómeno concreto e materiais» (Orion, 1993);
- «... é intrinsecamente motivador para muitos alunos» (Lock, 1998);
- «... favorece a “imersão” no meio, o que permite captar a sua extensão, diversidade e complexidade e a multiplicidade de variáveis que nele interactivam» (Brusi, *in* Carmen e Pedrinaci, 1997);
- «... facilita o conhecimento do meio local, dificilmente abordável sem um contacto directo» (Brusi, *in* Carmen e Pedrinaci, 1997);
- «... proporciona vivências que servem como referencial para perceber as mudanças temporais e os ritmos e cadências na sucessão de fenómenos» (Brusi, *in* Carmen e Pedrinaci, 1997);

- «... potencia uma atitude de curiosidade acerca do meio e permite conhecer e exercitar procedimentos científicos que não têm lugar na sala de aula» (Brusi, *in* Carmen e Pedrinaci, 1997

- «... contribui para uma consciencialização sobre a problemática natural e social do meio e para a adopção de atitudes de respeito e críticas sobre o seu uso» (Brusi, *in* Carmen e Pedrinaci, 1997).

Orion (2001), entre outros autores, defende que o Trabalho de Campo não seja uma actividade por si só mas, antes, um conjunto de actividades organizadas em três momentos: Pré-visita; Visita de Campo e Pós-visita em que os conceitos devem ser organizados, do ponto de vista cognitivo de níveis mais simples para os mais elevados, ou seja, do concreto para o abstracto (fig. 81).

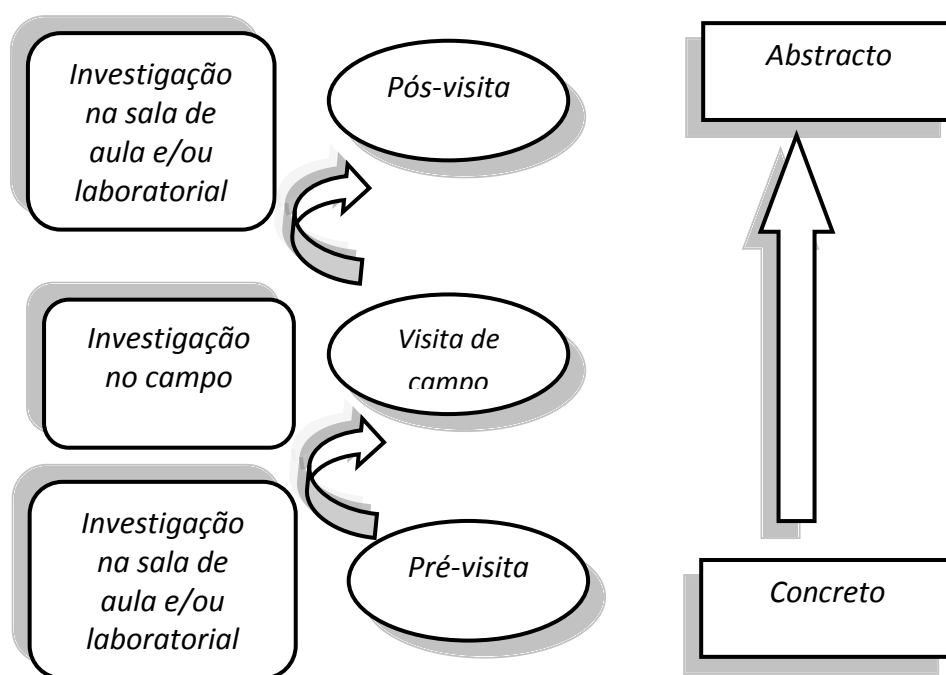


Figura 81 – Diferentes fases do Trabalho de campo (adaptado de Orion, 1989) (*in* Brito, 2006).

Em consonância, autores como Orion (2001), Morgado *et al.* (2001) e Dourado (2006) também propõem que o Trabalho de Campo deva ser dividido em três fases:

- Pré-visita, em que se devem desenvolver actividades que «...tenham em conta os factores cognitivos (aquisição de conhecimentos prévios), os psicológicos (experiências prévias de campo) e os geográficos (informações acerca da região em estudo)» (Morgado *et al.*, 2001). Neste contexto, é desejável a realização de actividades experimentais de

simulação de fenómenos geológicos, aprender a manusear cartas topográficas e geológicas e a bússola de geólogo. Por último, é essencial uma breve apresentação do itinerário que permitirá um prévio conhecimento/preparação para as actividades e vicissitudes do Trabalho de Campo.

- Saída de Campo, para a qual deve ser feita uma planificação cuidada e equilibrada, do ponto de vista temático e não esquecendo o público-alvo, de modo a responder a uma questão concreta. As actividades propostas devem promover a autonomia do aluno, ser específicas para cada paragem e com questões orientadas para actividades do tipo: observação/interpretação de estruturas geológicas, utilização de técnicas de orientação geográfica, identificação de rochas, caracterização da paisagem e ocupação antrópica.

- Pós-visita, em que se desenvolverão acções complementares ou de aprofundamento que não são possíveis no campo e actividades de síntese «...de forma que os conhecimentos aprendidos durante as fases antecedentes sejam (re)utilizados e susceptíveis de poderem gerar nos alunos novas (re)construções » (Morgado *et al.*, 2001).

Segundo Rebelo e Marques (2000) e o modelo de natureza construtivista, as etapas a considerar na preparação de uma saída de campo são:

A – Organização hierárquica dos conceitos;

B - Selecção da área de estudo;

C - Correlação entre os conceitos do currículo e os inventariados para cada uma das paragens;

D – Planificação do roteiro;

E – Construção das estratégias de ensino-aprendizagem;

F - Integração da saída de campo no currículo.

O objectivo principal do Trabalho de Campo é o de motivar os alunos para estudos na área da Geologia, envolvendo-os na pesquisa das formações sedimentares da região de Torres Vedras, procurando explicações para as suas origens e mostrando como as rochas que todos os dias encontramos (nos nossos passeios, nas praias, no caminho para a escola, etc.) são capítulos de um livro de história que podemos ler de um modo mais profundo ou não.

Na selecção dos locais específicos para a elaboração do roteiro deve-se ter em conta os seguintes critérios:

- Em termos de conteúdos programáticos:

- \* as suas potencialidades didácticas: representatividade dos fenómenos geológicos ocorridos na região, dos conceitos a explorar, clareza dos fenómenos registados nos afloramentos e, acima de tudo, possibilidade de integração dos conceitos teóricos, leccionados na sala de aula, numa aula de campo;

- \* possibilidade de construir um itinerário que tivesse uma organização temporal (em termos geológicos);

- \* desenvolvimento de competências na área do «saber ciência», «fazer ciência» e «saber estar».

- Em termos geográficos:

- \* facilidade de acesso e preservação da integridade física dos alunos;

- \* escolha de locais conhecidos dos alunos e emblemáticos da região;

- \* proximidade à escola.

- Em termos psicológicos:

- \* que já tivessem ou permitissem uma ligação afectiva com os alunos;

- \* estética dos locais e dos afloramentos.

Após a selecção deve-se proceder ao estudo da região e à planificação do roteiro tendo-se em conta, além dos aspectos enunciados anteriormente, os seguintes:

- . a saída de campo de um dia não deve ser demasiado longa nem com um número excessivo de paragens;

- . as actividades a desenvolver em cada paragem não devem durar mais de uma hora;

- . o trajecto escolhido deve facilitar a deslocação dos alunos, em cada paragem ou entre paragens, ou do meio de transporte;

- . o trajecto escolhido não deve exigir grande esforço físico dos intervenientes no Trabalho de Campo.

Segundo Rebelo e Marques (2000) o roteiro deve ser construído de modo a orientar o aluno nas diferentes tarefas a desenvolver na Saída de Campo. Como tal deve

conter informações, propostas de trabalho e espaço onde os alunos possam registrar as observações e escrever as suas conclusões.

Segundo Morgado *et al.* (2001) e Rebelo e Marques (2000), as actividades propostas devem promover a autonomia do aluno, ser específicas para cada paragem e com questões orientadas para actividades do tipo: observação/interpretação de estruturas geológicas, utilização de técnicas de orientação geográfica, identificação de rochas e minerais, representação esquemática do que se observa, caracterização da paisagem e ocupação antrópica; deve também promover a formulação de hipóteses ou a resolução de questões/problemas.

Ao trabalho individual ou em pequenos grupos dever-se-á seguir uma discussão em grande grupo, orientada pelo professor, em que se fará uma síntese relativa a cada paragem; esta fase do trabalho pode e deve ser apoiada com posters, por exemplo, relativos à reconstrução de ambientes e de aspectos não observáveis em campo. Deve ainda conter uma questão aberta para provocar no aluno uma reflexão mais profunda. Rebelo e Marques (2000) sugerem que esta questão pode ser retomada nas aulas referentes às actividades de Pós-saída e funcionar como “organizador avançado”.

Evidentemente, os aspectos relativos à organização hierárquica dos conceitos, correlação entre os conceitos do currículo e os inventariados para cada uma das paragens e a integração da saída de campo no currículo devem estar presentes na elaboração do roteiro.

#### *IV. Avaliação*

---

A avaliação educativa, questão fulcral do Ensino Por Pesquisa, deve envolver conceitos como o da individualização da aprendizagem do aluno; deve ser contínua e sistemática e a suas funções reguladora e orientadora deverão melhor orientar as metodologias de trabalho, de fazer adaptações curriculares, de gerar novas atitudes perante o erro, de responder às necessidades em cada momento. Trata-se de uma avaliação que é um alerta permanente, pelo que é imperioso fazer paragens para realizar pontos de situação, balanços, para ouvir as dificuldades e os avanços dos alunos, num vaivém constante, permanente e sistemático (Cachapuz *et al.*, 2002).



Segundo os mesmos autores, os alunos são fulcrais para o êxito de uma avaliação mais suportada e aceite como essencial para a melhoria do trabalho e da qualidade das tarefas a desenvolver. Só assim a avaliação pode ser integradora de novas atitudes e práticas pela participação de todos os intervenientes, capaz de esclarecer dúvidas. O *feedback* é, por excelência, entre alunos e entre alunos e professor.

O aluno passa a desempenhar papéis que fomentam atitudes de responsabilidade partilhada e cooperativa, quer com o professor, quer com os seus pares, valorizando as suas capacidades de intervenção e de assumir vários papéis ao longo do trabalho por pesquisa. As dinâmicas de grupo, numa visão “Vygotskiana”, com os seus conflitos, com um professor atento, constituem-se em valores de disciplina consentida e autónoma, responsável, reflexiva e crítica, de cidadania e de aprendizagem democrática duradoiras (Cachapuz *et al.*, 2002).

A avaliação formadora pretende fertilizar o cognitivo com o afectivo, a razão com a emoção, contribuindo para uma visão mais completa das problemáticas ao conhecimento científico – tecnológico – social, assim como às tarefas desenvolvidas ao longo do processo de ensino-aprendizagem (Cachapuz *et al.*, 2002).

As actividades de avaliação diagnóstico, de carácter formativo, que permitem ao professor recolher informação para regular o processo de ensino – aprendizagem, vão ser a base para a avaliação terminal, que se traduz num balanço sumativo, não surgindo esta nem isolada nem sobrevalorizada (Cachapuz *et al.*, 2002).

A avaliação terminal deve compreender duas vertentes: uma, relativa às mudanças ocorridas em função das aprendizagens realizadas; outra, respeitante ao modo como o percurso de ensino-aprendizagem se desenvolveu; importa não esquecer que os resultados da aprendizagem devem reflectir não só o que se aprendeu ao nível dos conceitos, mas também, de capacidades, atitudes e valores (Cachapuz *et al.*, 2002).

Estas são as linhas de pensamento que nortearam o desenvolvimento de estratégias de ensino-aprendizagem desenvolvidas neste projecto, nomeadamente, o Trabalho de Campo e todas as actividades propostas, inerentes a ele, no sentido de potencializar pedagogicamente esta ferramenta didáctica.



## V. APLICAÇÃO PEDAGÓGICA

### V. 1. Introdução

---

O programa da disciplina específica de Biologia e Geologia do Curso Científico - Humanístico de Ciências e Tecnologias para o 10º /11º Anos (ou 11º /12º anos), homologado a 26/09/2001, pretende desenvolver competências nos seguintes domínios:

- Aquisição, compreensão e utilização de dados, conceitos, modelos e teorias, isto é, do saber ciência;
- Desenvolvimento de destrezas cognitivas em associação com o incremento do trabalho prático, ou seja, no domínio do saber fazer;
- Adopção de atitudes e de valores relacionados com a consciencialização pessoal e social e de decisões fundamentadas, visando uma educação para a cidadania.

Define, como objectivos gerais, comuns ao ensino das Ciências Experimentais:

- interpretar os fenómenos naturais a partir de modelos progressivamente mais próximos dos aceites pela comunidade científica;
- aplicar os conhecimentos adquiridos em novos contextos e a novos problemas;
- desenvolver capacidades de selecção, de análise e de avaliação crítica;
- desenvolver capacidades experimentais em situações de indagação a partir de problemas do quotidiano;
- desenvolver atitudes, normas e valores;
- promover uma imagem da Ciência coerente com as perspectivas actuais;
- fornecer uma visão integradora da Ciência, estabelecendo relações entre esta e as aplicações tecnológicas, a Sociedade e o Ambiente;
- fomentar a participação activa em discussões e debates públicos respeitantes a problemas que envolvam a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente;

- melhorar capacidades de comunicação escrita (texto e imagem) e oral, utilizando suportes diversos, nomeadamente as TIC (Tecnologias da Informação e da Comunicação).

Define como objectivos específicos para a área de Geologia:

- compreender os princípios básicos do raciocínio geológico;
- conhecer os principais factos, conceitos, modelos e teorias geológicas;
- interpretar alguns fenómenos naturais com base no conhecimento geológico;
- aplicar os conhecimentos geológicos adquiridos a problemas do quotidiano, com base em hipóteses explicativas e em pequenas investigações;
- desenvolver competências práticas relacionadas com a Geologia;
- reconhecer as interacções que a Geologia estabelece com as outras ciências;
- valorizar o papel do conhecimento geológico na Sociedade actual.

Segundo os autores do programa de Geologia (Amador *et al.*, 2003), os conteúdos conceptuais, incluídos nos vários temas, foram seleccionados alguns dos pertencentes aos conhecimentos considerados básicos em Geologia, correspondendo a dados, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem aprender. Consideram ainda que, embora não seja possível ensinar Geologia na ausência de dados factuais, estes só adquirem importância quando o seu significado é compreendido ou quando são interpretados no seio de quadros teóricos mais amplos; por isso, valorizam-se em especial os conceitos, modelos e teorias.

Na perspectiva dos autores atrás citados, os conteúdos atitudinais, possuidores de um carácter transversal, incluem a promoção de atitudes, normas e valores relativos à natureza da Ciência e às suas implicações sociais, assim como as referentes às actividades e relações que se desenvolvem em ambiente escolar e em sociedade, abrangendo a educação para a cidadania.

Por sua vez, os conteúdos procedimentais incluem o domínio de algumas técnicas e destrezas, bem como estratégias de aprendizagem e de raciocínio.

Relativamente a estes últimos, no programa de Geologia são valorizados os conteúdos procedimentais relativos à:

- Aquisição de informação, uma vez que uma das mais importantes actividades em Geologia se encontra relacionada com a observação e recolha de dados, tanto no campo como no laboratório;
- Interpretação de informação, utilizando modelos teóricos que permitam atribuir sentido aos dados recolhidos;
- Análise de informação e realização de inferências, sendo que este tipo de raciocínios possui um valor particular em Geologia;
- Compreensão e organização conceptual da informação;
- Comunicação da informação.

Os autores do programa sugerem, para concretizar os objectivos anteriormente referidos, actividades de aprendizagem que:

- Atribuem um especial destaque à História da Ciência;
- Potenciem actividades de indagação e pequenas investigações, incluindo preferencialmente a utilização de actividades laboratoriais e de campo;
- Privilegiem actividades práticas suscitadas por situações problemáticas abertas que favoreçam a explicitação das concepções prévias dos alunos, a formulação e confrontação de hipóteses, a eventual planificação e realização de actividades experimentais e respectivo registo de dados, atribuindo uma especial ênfase à introdução de novos conceitos e à sua integração e estruturação nas representações mentais dos alunos;
- Permitam aplicação dos conceitos estudados a situações concretas;
- Actividades de campo contextualizados e perfeitamente integrados nos currículos dando continuidade ao que se faz na sala de aula e no laboratório;
- Estimulem o trabalho cooperativo;
- Utilizem modelos físicos analógicos;
- Integrem, sempre que possível, os diferentes conteúdos conceptuais, procedimentais e atitudinais;
- Usem as TIC (Tecnologias da Informação e da Comunicação) como suporte na pesquisa de informação, no tratamento de dados, na construção de modelos dinâmicos e na comunicação.



## V. 2 Metodologia

---

O presente trabalho de investigação envolveu duas turmas (A e B) do 11º Ano dos Curso Científico - Humanístico de Ciências e Tecnologias, da Escola Secundária com 3º ciclo do Ensino Básico de Henriques Nogueira em Torres Vedras.

Numa primeira fase e antes de iniciar a leccionação dos conteúdos de Geologia foram recolhidos dados, através de um questionário (questionário 1 – anexo II), com o qual se pretendeu caracterizar o grupo de alunos, os seus gostos e as suas dificuldades no processo de ensino – aprendizagem na área da Geologia e saber quais os seus conhecimentos geológicos relativos à região em que a escola se insere.

Iniciou-se a leccionação dos conteúdos propostos no Tema IV – Geologia, problemas e materiais do quotidiano, cuja visão geral se apresenta na tabela II. A planificação a longo e médio prazo elaborada pelos professores responsáveis, aprovada em Conselho Pedagógico, encontra-se no anexo III.

Sendo as saídas de campo particularmente benéficas para as aprendizagens dos alunos, devendo estas fazer parte integrante do processo de ensino (Morgado *et al.*, 20019), estarem incorporadas nas sequências habituais de aprendizagem (Dourado, 2006) e sendo a região de Torres Vedras constituída, essencialmente, por rochas sedimentares, decidiu-se integrar as actividades do Trabalho de Campo no sub-ponto 2.1., embora alguns aspectos, incluídos em outros temas, tenham sido igualmente tratados (tabela II).

Tabela II – Conteúdos conceptuais do tema IV

<i>Tema IV – Geologia, problemas e materiais do quotidiano</i>
<i>1. Ocupação antrópica e problemas de ordenamento:</i>
<i>1.1 Bacias hidrográficas (Análise de uma situação-problema).</i>
<i>1.2 Zonas costeiras (Análise de uma situação-problema).</i>
<i>1.3 Zonas de vertente (Análise de uma situação-problema).</i>
<i>2. Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres.</i>
<i>2.1 Principais etapas de formação das rochas sedimentares. Rochas sedimentares. As rochas sedimentares, arquivos históricos da Terra.</i>

*2.2 Magmatismo. Rochas magmáticas.*

*2.3 Deformação frágil e dúctil. Falhas e dobras.*

*2.4 Metamorfismo. Agentes de metamorfismo. Rochas metamórficas.*

*3. Exploração sustentada de recursos geológicos.*

O Trabalho de Campo foi dividido em três fases: Pré-saída; Saída de Campo e Pós-saída. Foram elaborados materiais didáticos, para cada fase, de modo a envolver emocionalmente os alunos com a área em estudo e a desenvolver competências necessárias para descrever e identificar rochas sedimentares, utilizar a bússola, manusear mapas para a execução das tarefas propostas no roteiro, no sentido de minimizar as dificuldades que, normalmente, os alunos sentem neste tipo de actividades.

Para a fase de Pré-Saída foram elaborados materiais didáticos e desenvolvidas actividades de três tipos:

- Trabalho de pesquisa, com a denominação genérica de “ A Geologia, o Homem e a Região” (anexo IV);
- Trabalho Laboratorial (anexo V);
- Trabalho Experimental (anexo V).

Para a fase Saída de Campo, foram elaborados 2 roteiros (I e II): um para os alunos, que lhes permitiu desenvolver o trabalho de forma autónoma e outro para os professores com a finalidade de apoiar os alunos na execução das tarefas propostas (é de lembrar que 2 dos professores acompanhantes não eram da área científica de Geologia), assim como cartazes para apoio de sínteses durante a saída (anexo VI).

Na fase de Pós-Saída foram desenvolvidas actividades de três tipos:

- Trabalho de pesquisa;
- Trabalho Laboratorial, uma vez que nem todos os tipos de actividades são possíveis de realizar em campo;
- Actividades complementares ou de aprofundamento;
- Actividades de síntese, através da elaboração de cartazes (anexo VII).

No final foi elaborado um segundo questionário (anexo VIII) que pretendia conhecer a opinião dos alunos e avaliar as actividades desenvolvidas.

### V. 3. Características dos alunos e atitude face à Geologia

Como referido anteriormente, foi efectuado aos alunos um questionário (Questionário 1 - anexo II) dividido em duas partes: I. O Aluno e a Geologia, que pretendia caracterizar o grupo e a sua atitude face à Geologia, II. Conhecimento geológico da Região em que vive que pretendia indagar sobre os conhecimentos geológicos da região.

O número de questionários preenchidos não é muito significativo (49), mas corresponde às duas turmas, as existentes na escola neste nível de ensino. Neste universo os dados obtidos foram analisados quantitativamente.

Os alunos situavam-se, maioritariamente, na faixa etária dos 16 anos, existindo um equilíbrio em relação ao sexo dos alunos. Pode-se afirmar que o seu percurso escolar decorreu a um ritmo normal; é de ressaltar que 4 dos alunos envolvidos no estudo eram alunos externos (três deles com o 12º ano completo) mas que se prontificaram quer a validar o questionário, quer a colaborar no trabalho (gráfico 1).

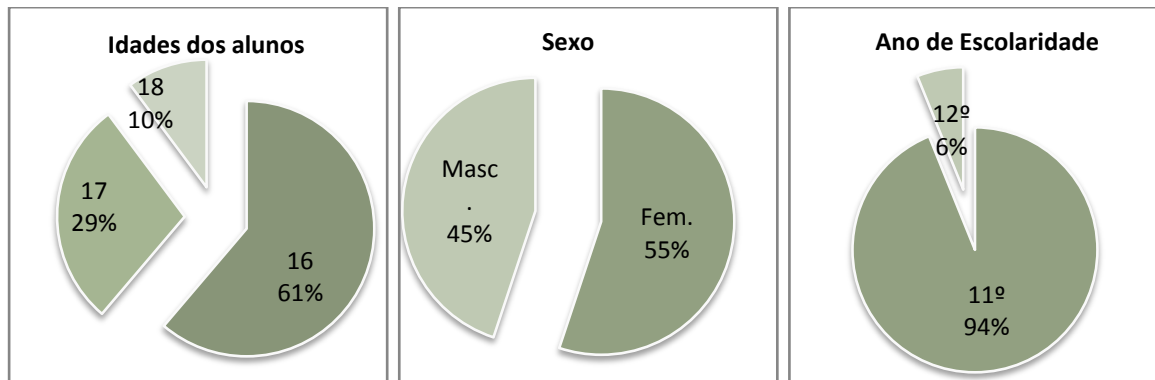


Gráfico 1 – Caracterização dos alunos (n=49).

Verificou-se que a esmagadora maioria dos alunos pretende prosseguir estudos em áreas relacionadas com a Engenharia, Saúde ou Ciências (gráfico 2); uma percentagem significativa de alunos (13%) ainda está indeciso quanto à área de estudos que pretende prosseguir, o que é preocupante pois no 11º ano realizam exames de Biologia e Geologia e de Físico – Química que, dependendo das suas opções, poderão ser consideradas disciplinas específicas para o acesso ao ensino superior.

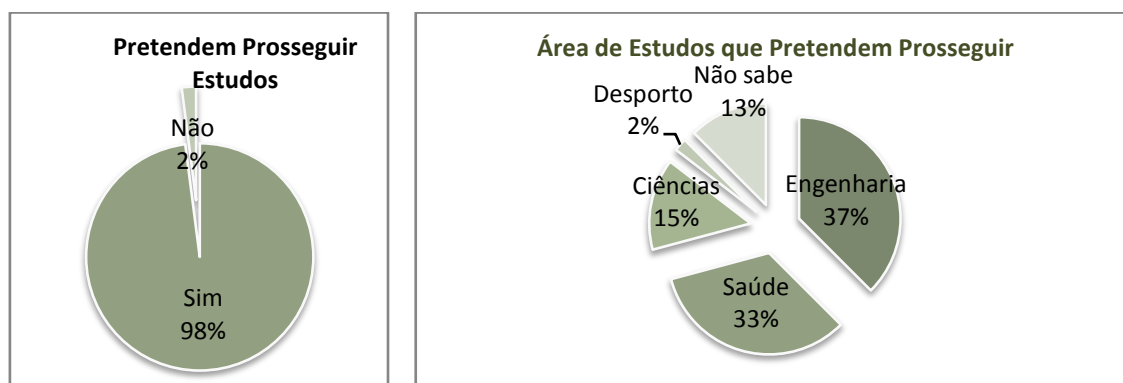


Gráfico 2 – Área de estudos que pretendem prosseguir (n=49).

De entre as três disciplinas específicas do curso Científico - Humanístico de Ciências e Tecnologias, a disciplina de Biologia e Geologia é a preferida e, dentro desta, é sobre a vertente de Biologia que recaem as preferências (gráfico 3).

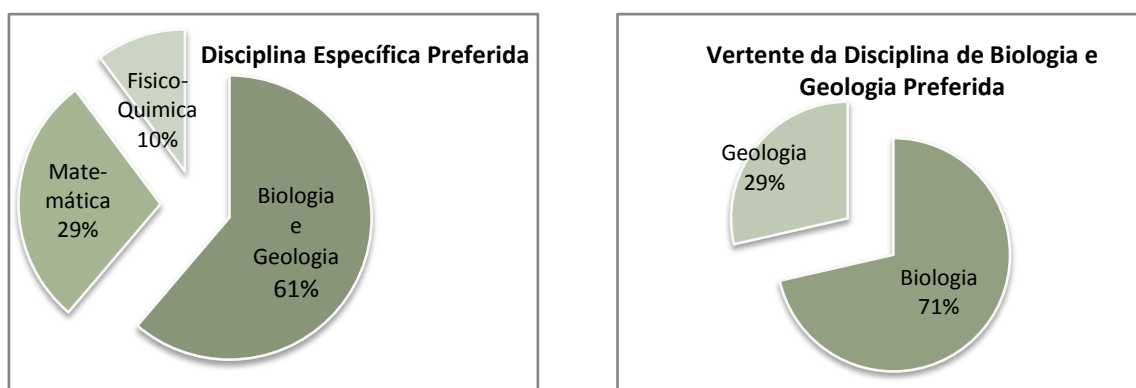


Gráfico 3 – Disciplina e vertente preferida (n=49).

Relativamente aos conteúdos programáticos de Geologia do 10º ano, expressos na tabela III, aqueles em que os alunos sentiram mais dificuldades foram: Métodos de estudo para o interior da geosfera (42,9%), Formação do Sistema Solar (36,7%) e A medida do tempo e a idade da Terra (28,6%) (gráfico 4).

Tabela III – Conteúdos programáticos de Geologia de 10º Ano

	<b>A Geologia, os Geólogos e os seus métodos</b>
1	A Terra e os seus subsistemas em interacção
2	As rochas, arquivos que relatam a história da Terra
3	A medida do Tempo e a idade da Terra
4	A Terra, um planeta em mudança
	<b>A Terra, um planeta muito especial</b>
5	Formação do Sistema Solar
6	A Terra e os planetas telúricos
7	A Terra, um planeta único a proteger
	<b>Compreender a estrutura e a dinâmica da geosfera</b>
8	Métodos de estudo para o interior da geosfera
9	Vulcanologia
10	Sismologia
11	Estrutura interna da geosfera

Os conteúdos programáticos, em que revelaram menos dificuldades, foram Vulcanologia (46,9%), A terra e os seus subsistemas em interacção (40,8%) e As rochas, arquivos que relatam a história da Terra (34,7%) (gráfico 4).

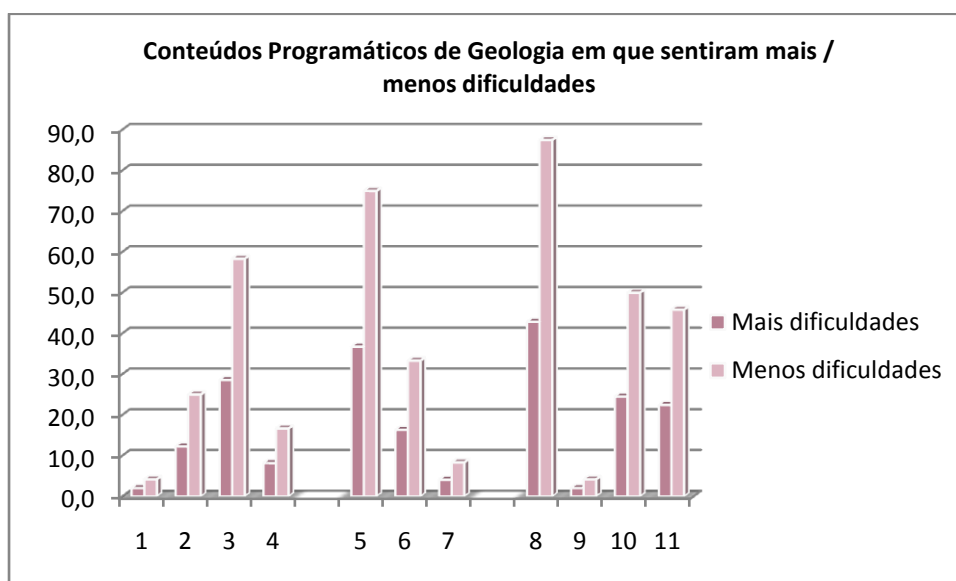


Gráfico 4 - Conteúdos Programáticos de Geologia de 10º Ano em que os alunos sentiram mais / menos dificuldades (em %, n=49).

As razões apontadas pelos alunos foram as dificuldades em relacionar factos/conceitos (34,7%), explicação do professor (32,7%) e abstracção dos conceitos (30,6%) e o factor que menos influenciou foi o empenho (10,2%) e a divulgação do assunto (8,2%) (gráficos 5 e 6).



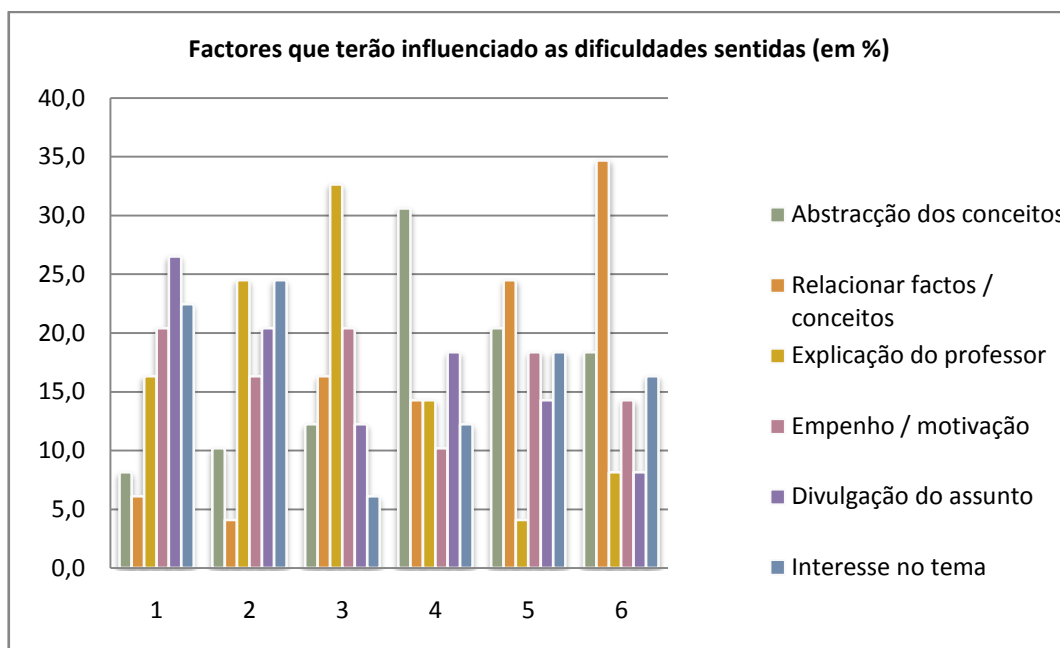


Gráfico 5- Factores que terão influenciado as dificuldades sentidas (em %, n=49).

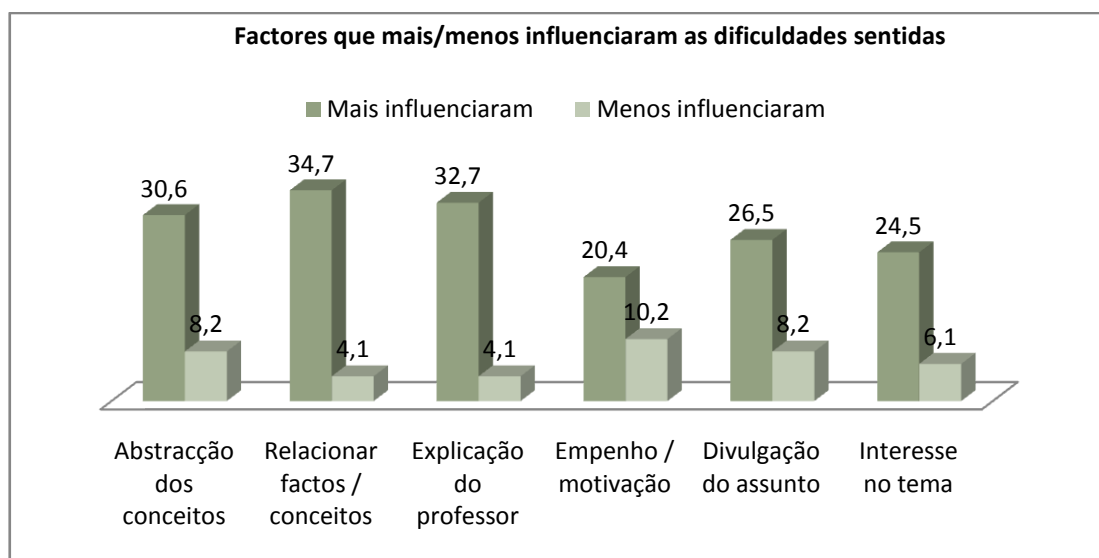


Gráfico 6 – Factores que terão influenciado (mais e menos) as dificuldades sentidas (em %, n=49).

Quanto às competências que são propostas para os alunos atingirem no final do ano (tabela IV) estes hierarquizaram do modo expresso no gráfico 7 as suas dificuldades.

Tabela IV- Competências a atingir, na área da Geologia, no final do 10º ano

	Competências
A	Compreender os princípios básicos do raciocínio geológico
B	Conhecer os principais factos, conceitos, modelos e teorias geológicas
C	Interpretar alguns fenómenos naturais com base no conhecimento geológico
D	Aplicar conhecimentos geológicos adquiridos a problemas do quotidiano, com base em hipóteses e em pequenas investigações
E	Desenvolver competências práticas relacionadas com a Geologia
F	Reconhecer as interacções que a Geologia estabelece com as outras ciências
G	Valorizar o papel do conhecimento geológico na Sociedade actual

Quando os alunos enumeram e seleccionam como competências que tiveram mais dificuldade a atingir aplicar conhecimentos geológicos adquiridos a problemas do quotidiano, com base em hipóteses e em pequenas investigações (26,5%) e reconhecer as interacções que a Geologia estabelece com as outras ciências (18,4%) e como aquelas que tiveram menos dificuldades a atingir compreender os princípios básicos do raciocínio geológico (32,7%), conhecer os principais factos, conceitos, modelos e teorias geológicas (22,4%) e valorizar o papel do conhecimento geológico na Sociedade actual (14,3%), pode-se concluir que os alunos têm mais dificuldade em atingir as competências que envolvam conceitos mais abstractos ou que envolvam objectivos de carácter mais elevado (gráfico 7A e B).

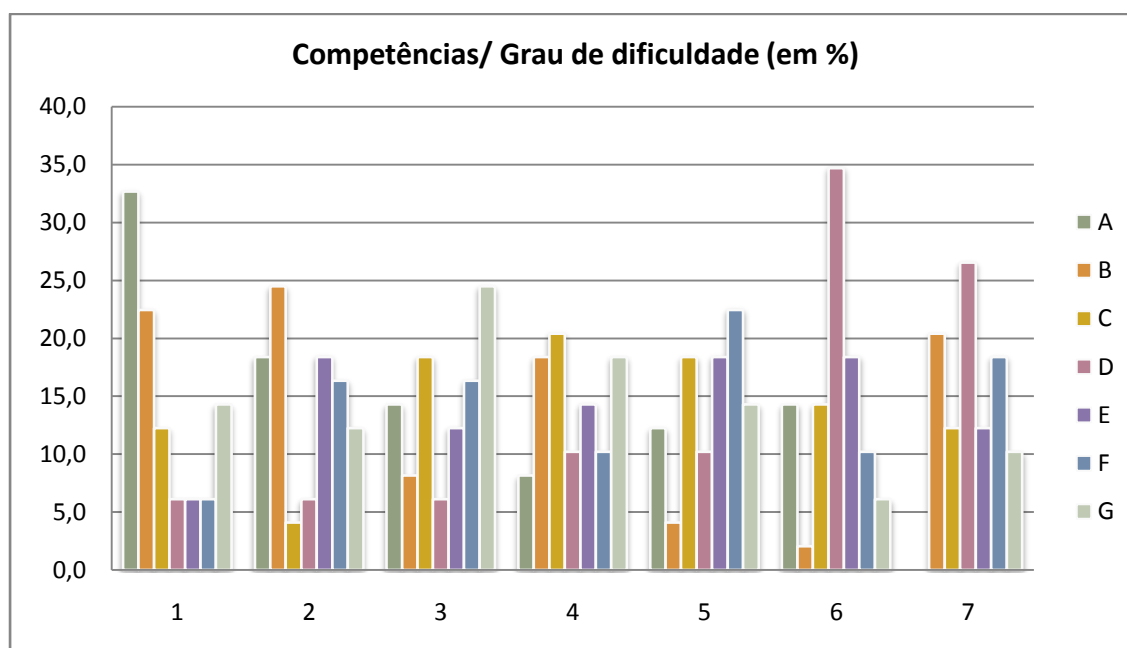


Gráfico 7 A – Grau de dificuldade para atingir as competências propostas (em %, n=49).

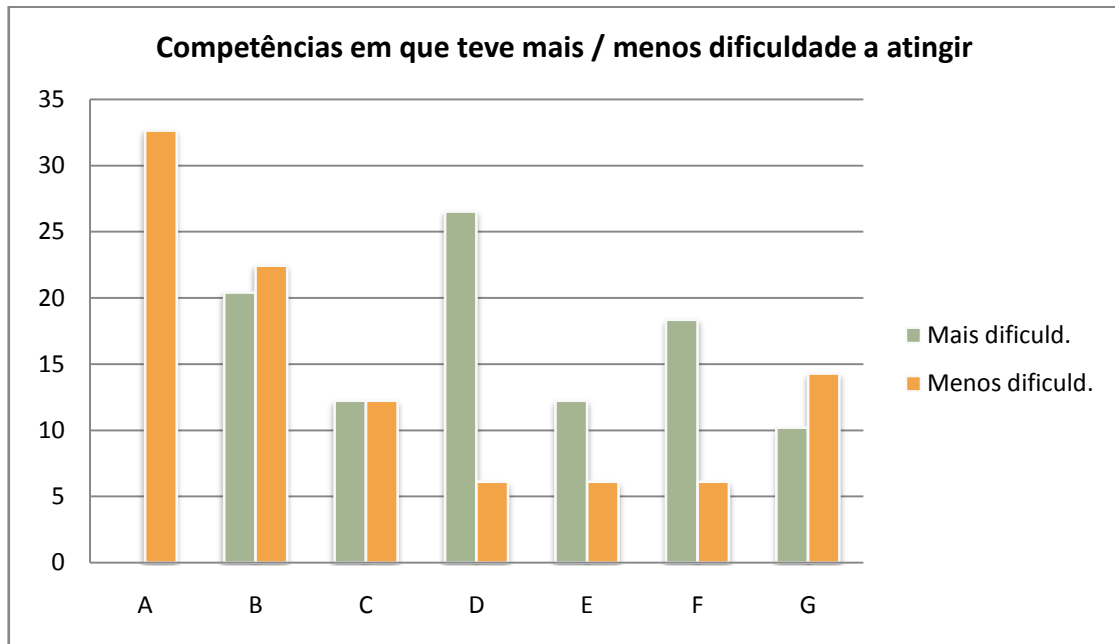


Gráfico 7 B – Grau de dificuldade para atingir as competências propostas (em %, n=49).

Em relação ao Trabalho Prático verifica-se que 29% dos alunos nunca tinha realizado qualquer tipo de Trabalho Prático, em nenhuma das suas vertentes (gráfico 8). Dos 71% de alunos que já o tinha realizado verifica-se que o Trabalho Laboratorial (31%) e o de Pesquisa (28%) foram os que tiveram maior expressão.

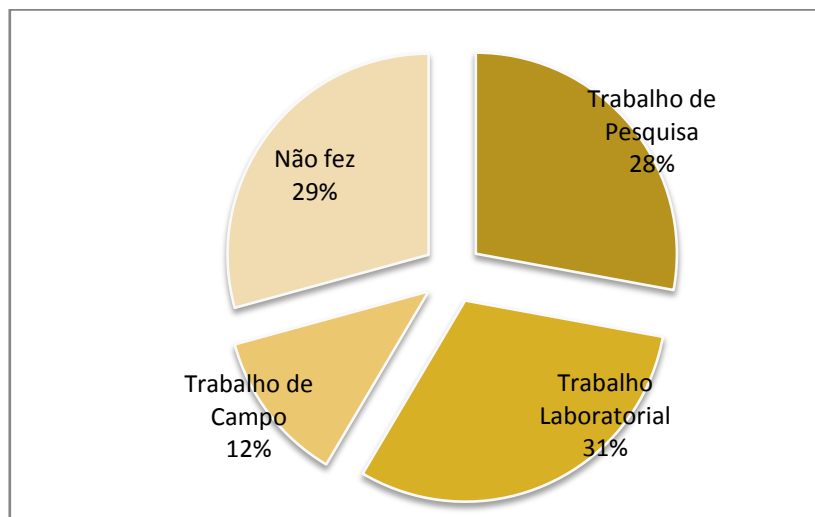


Gráfico 8 – Tipo de Trabalho Prático já realizado (n=49)

O Trabalho de Pesquisa foi uma actividade utilizada, preferencialmente, no 8º e 10º anos de escolaridade, enquanto o Trabalho Laboratorial foi essencialmente praticado no 10º ano de escolaridade (gráfico 9).

Apesar de no 10º ano a disciplina de Biologia e Geologia ter uma vertente específica de Geologia, pode-se verificar que foi o ano lectivo em que os alunos menos fizeram Trabalho de Campo (gráfico 9).

A visão dos alunos, quanto ao Trabalho Prático é até bastante motivadora para os professores pois eles elegem como opções principais “Facilitar a aprendizagem” (36%) e “Ver as coisas a acontecer” (27%) e só 7 % dizem ser “Uma aula diferente e divertida” (gráfico 10).

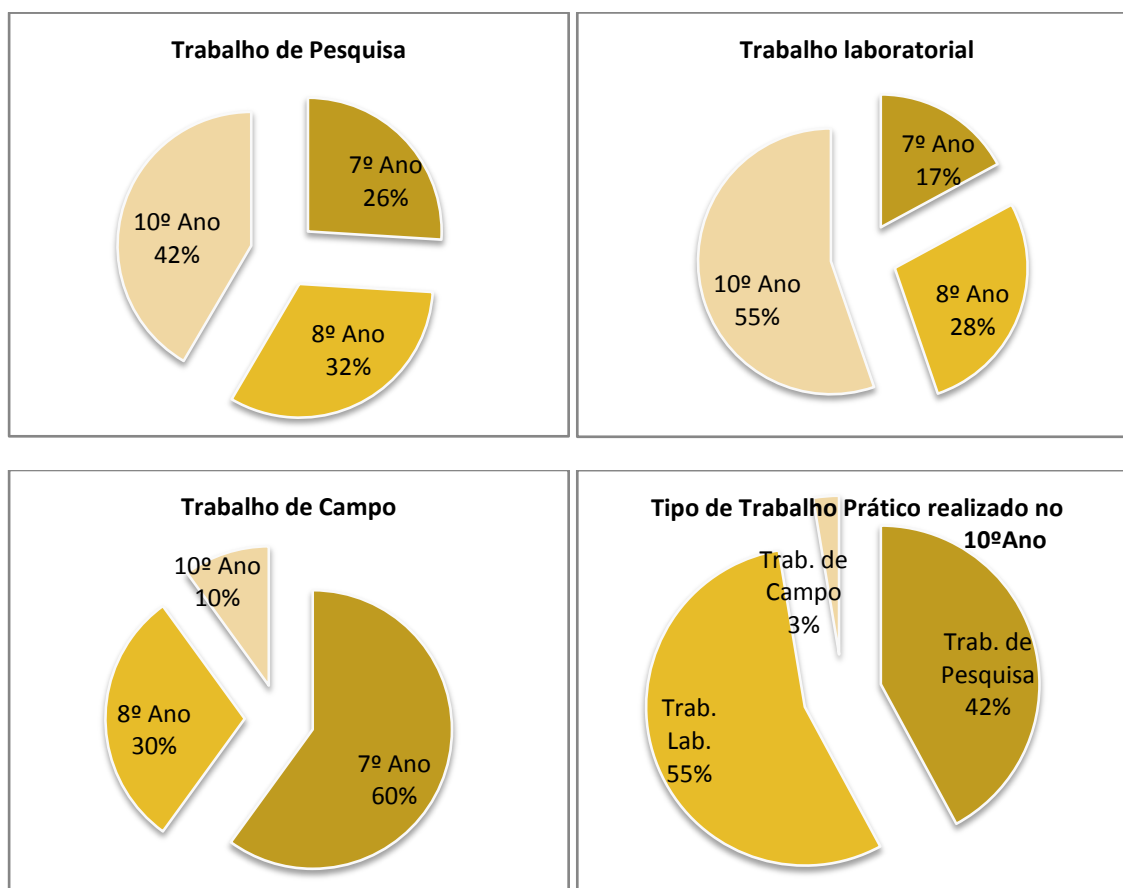


Gráfico 9 - Trabalho de Pesquisa e Trabalho Laboratorial Trabalho de Campo / Ano de escolaridade (n=49).

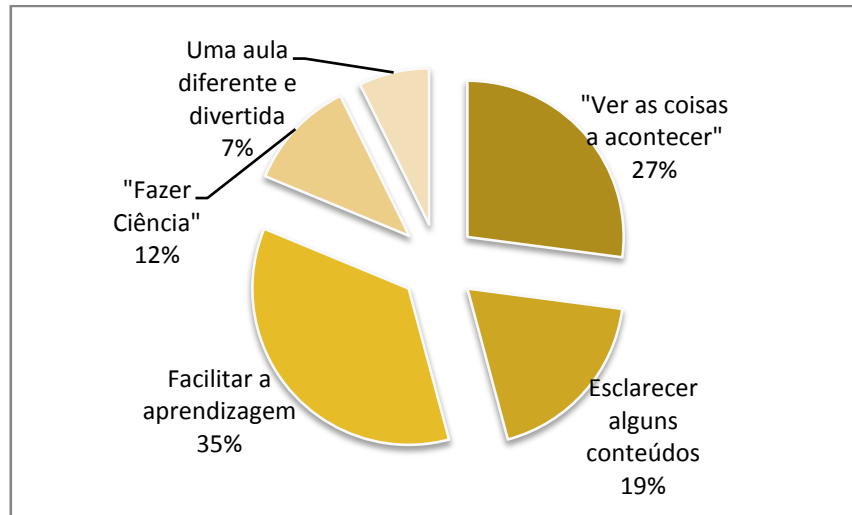


Gráfico 10 – “Para si o Trabalho de campo permite...” (n=49).

Verifica-se também que 90% dos alunos nunca trabalhou com um mapa geológico (gráfico 11).

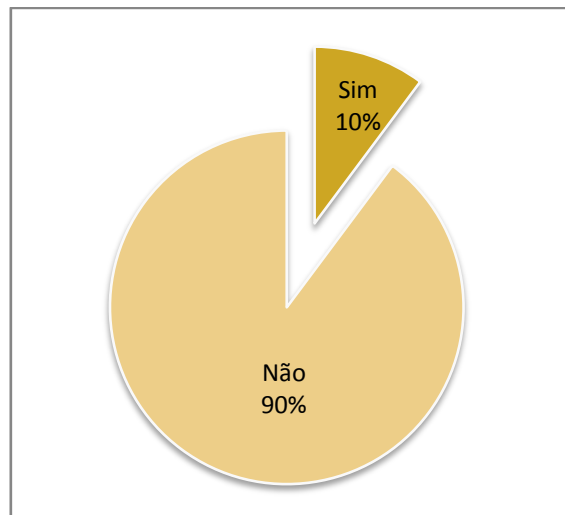


Gráfico 11 – “Alguma vez trabalhou com um mapa geológico” (n=49).

Em relação à segunda parte do questionário - II. Conhecimentos Geológicos da região onde vive – os alunos consideram importante conhecer os aspectos geológicos da região pois esse conhecimento permitir-lhes-á preservar o património, aumentar o seu grau de conhecimentos e entender como se formou a região, o que revela alguma curiosidade e possível aceitação/predisposição para o Trabalho de Campo (gráfico 12).



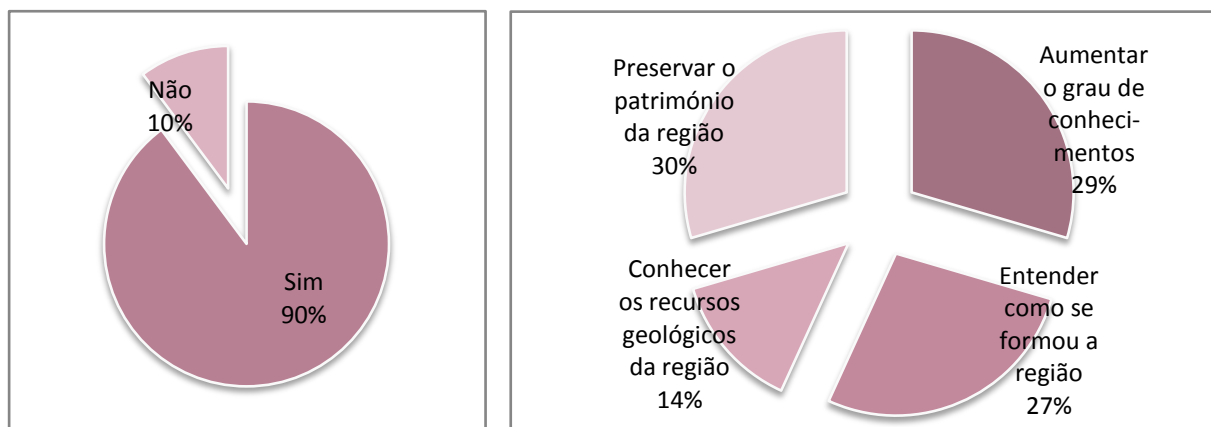


Gráfico 12 – “Considera importante conhecer os aspectos geológicos da região em que vive?” e “Se sim, porquê?” (n=49).

Verificou-se que o seu conhecimento geológico da região, em termos de rochas que predominam no Concelho, é razoável (gráfico 13).

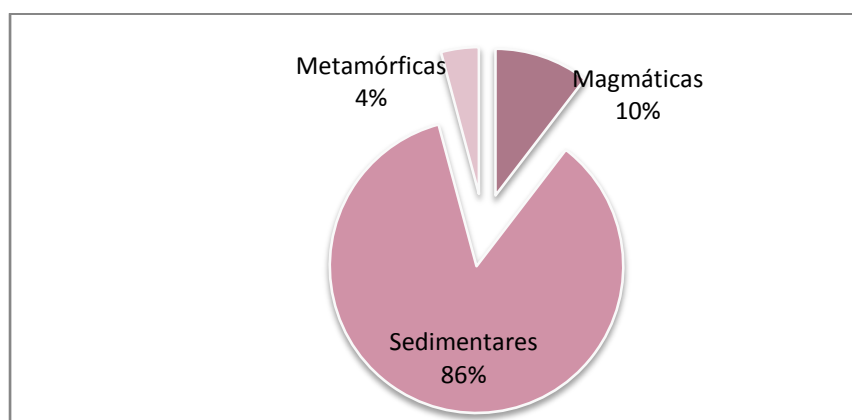


Gráfico 13 – “Quais são as rochas que predominam no Concelho de Torres Vedras?” (n=49).

Geograficamente a região que será alvo de estudo, em termos de Trabalho de Campo, é medianamente conhecida dos alunos, tendo cerca de metade dos alunos alguma vez observado as escarpas da praia de Sta. Rita (gráfico 14).

No entanto, quanto às rochas que constituem os afloramentos referenciados pelas figuras, só cerca de 25% diz serem sedimentares na zona do Vimeiro, mas cerca de 90% já diz serem sedimentares na Praia de Sta. Rita. Apesar de ser um ex-líbris da região, a maioria dos alunos nunca se interrogou como se teria formado a duna na Praia de Sta. Rita (gráfico 15).

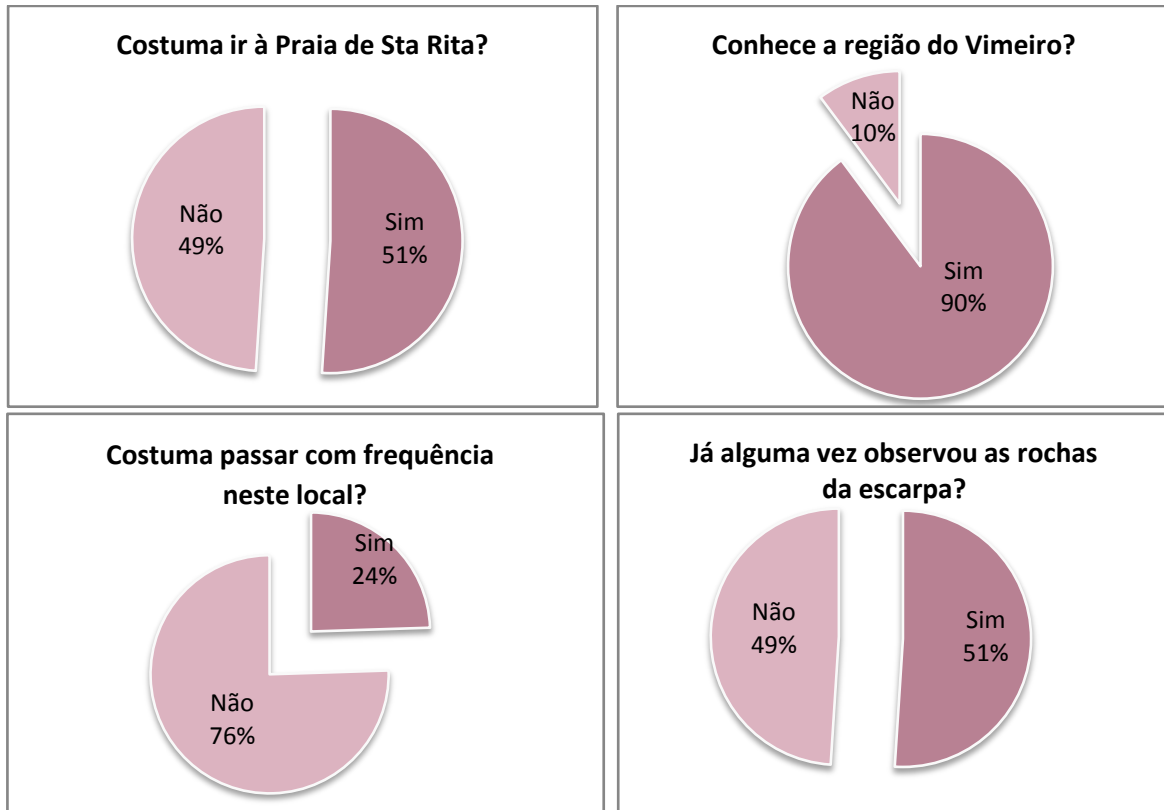


Gráfico 14 – Conhecimento geográfico da região em estudo (n=49).

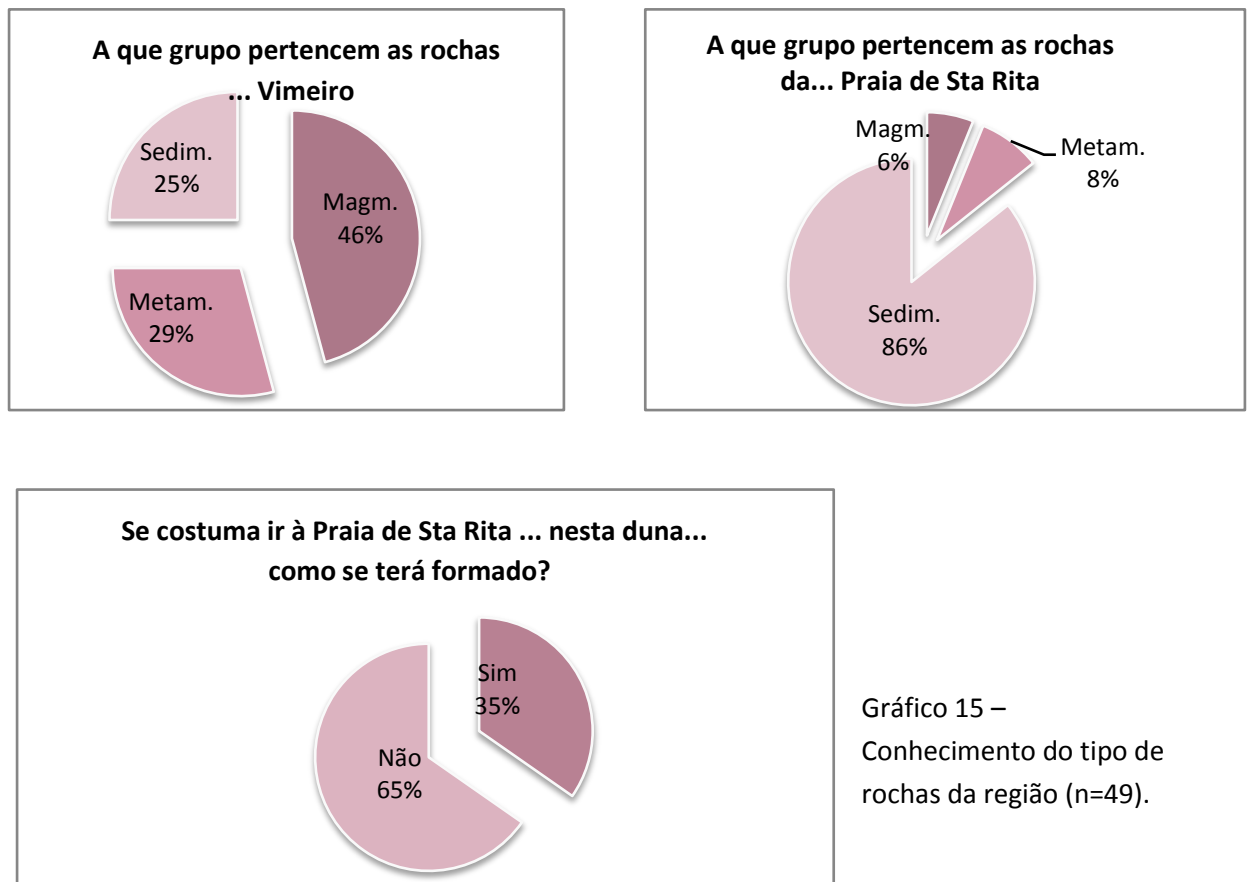


Gráfico 15 – Conhecimento do tipo de rochas da região (n=49).

Em relação à última questão do questionário, cerca de 86% dos alunos pensa que a geologia influenciará o modo de vida das populações locais o que poderá revelar que terá sido feito, ao longo dos anos de ensino anteriores, uma ligação, um relacionamento, entre, por exemplo, as rochas predominantes numa dada região e os materiais de construção das casas ou a existência de explorações mineiras (gráfico 16).

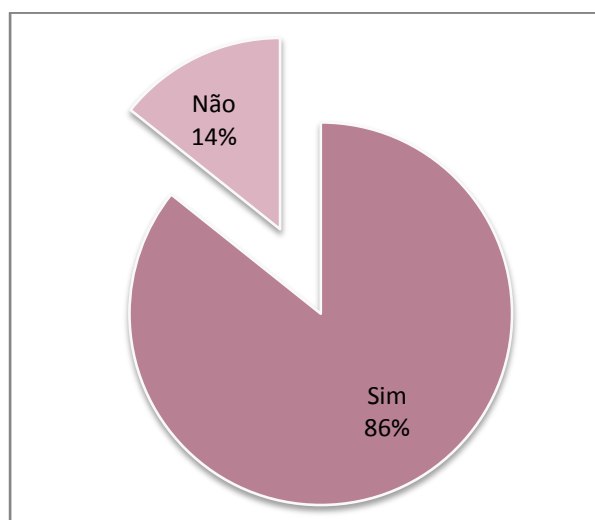


Gráfico 16 – “Acha que os aspectos geológicos de uma região influenciarão o modo de vida de uma população?” (n=49).

#### *V. 4. Actividades desenvolvidas no âmbito do Trabalho de Campo*

---

Como já referido anteriormente, o Trabalho de Campo foi desenvolvido no âmbito dos conteúdos programáticos “2.1 Principais etapas de formação das rochas sedimentares. Rochas sedimentares. As rochas sedimentares, arquivos históricos da Terra”.

De acordo com o exposto no capítulo anterior, as tarefas, inerentes a esta actividade, foram desenvolvidas em três momentos: pré-saída, saída e pós-saída de campo.

#### 4.1. Actividades Pré - saída

Numa primeira etapa foram, de acordo, quer com Morgado *et al.* (2001) e Orion (2001) (capítulo IV), quer com as respostas dos alunos à questão 14 do questionário I, propostos trabalhos de pesquisa subordinados ao tema geral “A Geologia, O Homem e a Região”, no sentido de responder à questão – problema “Será que os aspectos geológicos de uma região influenciarão o modo de vida de uma população”.

Foram elaboradas fichas orientadoras (Anexo IV), tendo o trabalho sido realizado em grupo. Com este pretendeu-se, ao nível:

- dos conteúdos conceptuais, que os alunos adquirissem alguns conhecimentos históricos, económicos, sociais e as suas relações com a Geologia da região;
- dos conteúdos procedimentais, que planeassem e realizassem pequenas investigações, usando fontes bibliográficas diversas de forma autónoma, pesquisando, organizando e tratando a informação recolhida.
- dos conteúdos atitudinais, que reconhecessem as contribuições da geologia nas áreas da prevenção de riscos geológicos, ordenamento do território, gestão de recursos ambientais e bem-estar sócio-económico.

O trabalho de grupo é uma metodologia de trabalho que, além de envolver emocionalmente os alunos, leva-os a organizarem-se e a trabalharem numa linha de partilha de saberes e de vivências, repartindo tarefas e actividades, trocando informação e explorando as naturais diferenças de interpretação da informação recolhida, a estruturá-la e a transformá-la em conhecimento (Cachapuz *et al.*, 2002).

Do trabalho desenvolvido, cada grupo de alunos deveria elaborar uma síntese, em cartaz, de modo a comunicar à turma, assim como à comunidade escolar, o resultado da sua pesquisa (fig. 82). Os trabalhos elaborados pelos alunos encontram-se no Anexo IV.

Numa segunda fase, desenvolveram-se actividades no sentido de dotar os alunos dos conceitos necessários à saída de campo. Uma das estratégias foram as aulas teóricas leccionadas de acordo com a planificação apresentada no anexo II; no entanto, foram desenvolvidas algumas actividades, nomeadamente, laboratoriais, de modo a relacionar os conceitos teóricos, constantes do programa com aqueles que os alunos iriam ter contacto directo no campo.

Um exemplo foi a actividade denominada por “O Rio – transporte e erosão”; baseada no Trabalho Prático 1 – “Como simular a acção erosiva e de transporte de um curso de água?” (anexo V), proposto no manual do aluno.



Figura 82 – Exemplo de um cartaz exposto na escola.

A construção do modelo teve uma alteração em relação ao proposto: a zona a montante era móvel podendo subir ou descer, dando a hipótese de simular um maior ou menor declive (fig. 83).

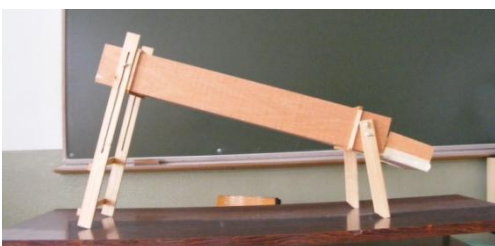
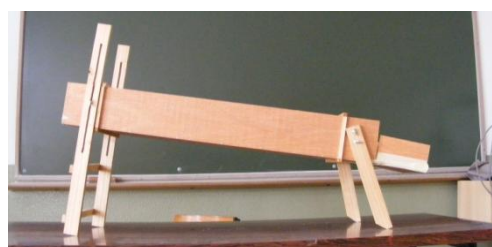
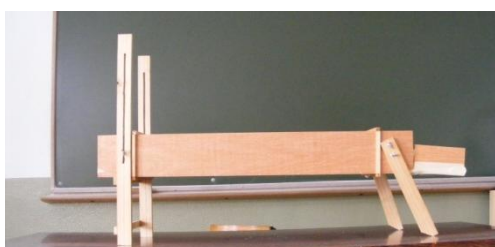


Figura 83 – Montagem experimental e pormenor do modelo.



Aos alunos, após terem executado as tarefas do protocolo experimental, foi proposto testarem outras variáveis. Assim, eles próprios decidiram fazer variar a inclinação da caneira, a intensidade do fluxo (vertendo mais ou menos água, mais devagar ou mais depressa) e testar como variava a capacidade de transporte dos materiais presentes na caneira (fig. 84).



Figura 84 – Montagem experimental fazendo variar a inclinação da caneira.

Foi, então, sugerido que tentassem simular o transporte e erosão que pode ocorrer num rio com meandros, o que levantou algumas questões, mas, rapidamente, simularam o trajecto sinuoso da linha de água criando eles próprios os meandros com os sedimentos que dispunham (fig. 85).



Figura 85 – Simulação de meandros num rio.

O objectivo foi o de observar o funcionamento de um rio meandriforme, uma vez que no campo iriam tomar contacto com exemplos deste tipo, actual e fóssil.

Os resultados da actividade foram discutidos e elaborada uma ficha prática com registo dos Objectivos, Resultados, Discussão dos Resultados e Conclusões.

A utilização de novas tecnologias foram permitidas no registo dos resultados e, numa época de alguma polémica, o telemóvel foi utilizado como máquina fotográfica e não como agente perturbador (fig. 86).



Figura 86 – Utilização do telemóvel no registo dos resultados.

A actividade laboratorial, além de ter abordado conceitos teóricos relacionados com a saída de campo, desenvolvendo competências no domínio do «saber ciência», permitiu desenvolver competências na área do «fazer ciência» e, ao mesmo tempo, um momento em que se trabalhou e se conviveu; tudo faz parte da vida e da aprendizagem (fig. 87).



Figura 87 – Os alunos em sala de aula.

A actividade laboratorial, “A Química dos calcários” (anexo V), teve como objectivos dar a conhecer aos alunos uma técnica simples de identificação de rochas carbonatadas, que tanto pode ser usada na aula como no campo - Efervescência do ácido

clorídrico - e compreender as condições físico-químicas relacionadas com a génese e meteorização dos calcários (fig. 88).

Esta actividade teve a particularidade de relacionar a Geologia e a Química, numa atitude de interdisciplinaridade; tanto assim que os alunos, ao elaborarem o relatório da actividade, pediram auxílio aos seus professores da disciplina de Físico-Química.



Figura 88 - Alunos executando a experiência “A Química dos calcários”.

Relacionado com o conteúdo programático “*Rochas Salinas – evaporitos – sal-gema*” e a “*Formação de domos salinos*”, foram realizadas duas actividades laboratoriais, com o nome genérico de “*Simulação de fenómenos de deformação*”.

A primeira, utilizando água e azeite congelado, pretendeu demonstrar que materiais menos densos e submetidos a pressão tendem a deslocar-se para zonas de menor pressão, neste caso para a superfície; a segunda, usando parafina sólida e argila saturada em água, tinha como objectivo observar que a parafina ao ser aquecida, passando ao estado líquido e ganhando pressão, era capaz de deformar a camada de argila, a qual foi previamente compactada para não haver pontos de fuga (fig. 89).

No decurso das experiências foi discutido o que cada material utilizado pretendia simular o porquê quer do azeite quer da parafina estarem no estado sólido no início da experiência, e possíveis explicações para os resultados que se estavam a observar. Como não tinha sido referido no início das actividades o que se pretendia explorar, foi pedido aos alunos que relacionassem o observado com conteúdos programáticos antes leccionados.



Figura 89 – Simulação de fenómenos de deformação (Actividade 1 e 2).

Os alunos associaram facilmente as experiências aos conteúdos já tratados, como também referiram, em relação à segunda experiência, que esta poderia simular processos de vulcanismo aquático pois a parafina, quando contactava com a superfície, tendia a solidificar.

Com estas estratégias pretendeu-se envolver os alunos com as experiências, tentando anular os aspectos negativos de uma aula laboratorial de carácter demonstrativo.

Das três actividades realizadas foram elaborados cartazes (anexo V) que foram expostos na escola, em lugar apropriado, com o objectivo de dar a conhecer à comunidade escolar exemplos de actividades práticas da disciplina de Biologia e Geologia.

Mais intimamente ligadas à saída de campo, foram elaboradas três fichas de trabalho: “Bússola”, “Cartas topográficas e geológicas” e “Coluna estratigráfica” (anexo V), com o objectivo de familiarizar os alunos com instrumentos e procedimentos indispensáveis às tarefas a realizar durante a saída de campo e, ao mesmo tempo, com aspectos geográficos e geológicos da zona onde iria ocorrer a saída de campo.

A execução das tarefas decorreu sem incidentes de maior, no entanto, verificou-se que a bússola de geólogo era um instrumento completamente desconhecido. Apesar de a ficha estar construída de modo bastante directivo, pois o objectivo era os alunos trabalharem de forma autónoma, levantaram-se muitas questões sobre o manuseamento da bússola quando se pretendeu medir a direcção e a inclinação dos modelos que simulavam diferentes posições dos estratos (cartaz em anexo V) (fig. 90).




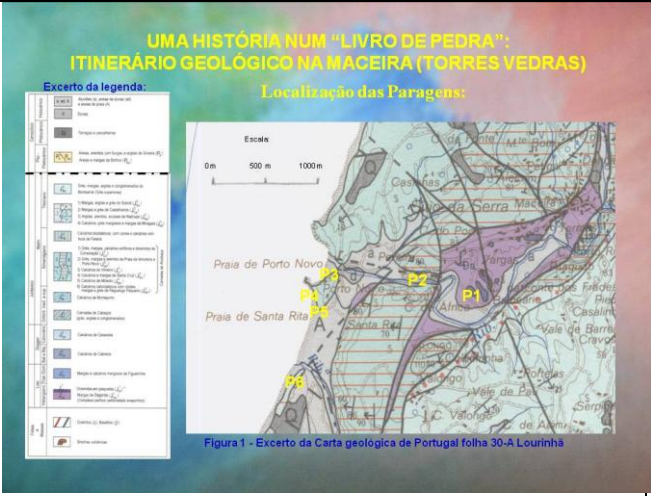


Figura 90 – Modelos, em esferovite, utilizados para medir direcção e inclinação dos estratos.




A ficha relativa à utilização de cartas permitiu verificar que os alunos não estavam familiarizados com as cartas topográficas e muito menos com as geológicas; a primeira atitude foi de curiosidade pelas cores e símbolos e por descobrir aspectos assinalados nos mapas em relação à cidade de Torres Vedras ou ao local onde habitam. Quando começaram a executar as tarefas propostas levantaram algumas questões nomeadamente na questão 2.3. relativa ao perfil topográfico entre as Termas do Vimeiro e Porto Novo, que se veio a revelar algo trabalhoso dadas as características topográficas da zona.




Para a ficha “Coluna estratigráfica” escolheu-se, como exemplo, um afloramento da Serra do Socorro que se insere na área geográfica de residência dos alunos. Esta actividade foi a que os alunos desenvolveram com mais autonomia e destreza.

Para apresentar o itinerário da saída de campo e fornecer aos alunos algumas informações acerca da região alvo de estudo e prepará-los psicologicamente para as actividades e vicissitudes do Trabalho de Campo, numa tentativa de fazer diminuir o efeito de novidade do espaço, elaborou-se um documento em “PowerPoint” que a seguir se reproduz e comenta.



	Diapositivos	Objectivos de cada diapositivo
1		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informação sobre hora de partida da escola e hora provável de chegada à 1ª paragem e início dos trabalhos.</li> <li>- Localizar geograficamente o itinerário.</li> <li>- Dar a conhecer o número de paragens e a sua localização específica.</li> </ul>
2	 <p>Figura 1 - Excerto da Carta geológica de Portugal folha 30-A Lourinhã</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conhecer alguns aspectos geológicos da região em estudo: <ul style="list-style-type: none"> <li>* tipo de rochas;</li> <li>* idade da sua formação.</li> </ul> </li> <li>- Localização das paragens tendo em conta a geologia da região.</li> </ul>
3	<p><b>UMA HISTÓRIA NUM "LIVRO DE PEDRA": ITINERÁRIO GEOLÓGICO NA MACEIRA (TORRES VEDRAS)</b></p> <p><b>Material</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lápis, régua</li> <li>- Lápis de cor ou marcadores</li> <li>- Canetas de acetato</li> <li>- Máquina Fotográfica</li> <li>- Roupa apropriada e quente</li> <li>- Calçado confortável</li> <li>- Impermeável</li> <li>- Almoço</li> <li>- Água</li> </ul> <p><b>Material a fornecer pelo professor:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bússola</li> <li>- Fita métrica</li> <li>- Martelo de geólogo</li> <li>- Solução de HCl</li> <li>- Sacos de plástico</li> </ul> <p><b>Boa disposição</b></p> <p>NOTA: Fotografe as zonas de trabalho nos diferentes afloramentos para, a posteriori, elaborar posters, de modo a dar a conhecer à comunidade escolar o resultado dos conhecimentos adquiridos durante o trabalho de campo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Referência ao material a utilizar durante a visita e ao tipo de vestuário aconselhável.</li> <li>- Preparação psicológica para o trabalho de campo, nomeadamente, possíveis condições climáticas, questões logísticas, etc.</li> </ul> <p>Os alunos levantaram várias questões, o que deu a entender que estavam apreensivos com aspectos organizativos, referentes à saída.</p>


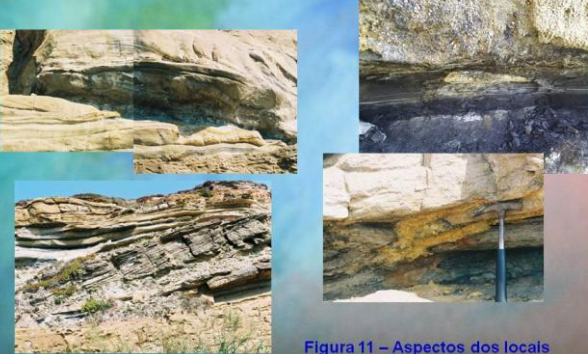


4	<p>UMA HISTÓRIA NUM «LIVRO DE PEDRA»: ITINERÁRIO GEOLÓGICO NA MACEIRA (TORRES VEDRAS)</p> <p><b>1ª PARAGEM – CONTACTO DO DIAPIRO DA MACEIRA / CALCÁRIOS DO VIMEIRO</b></p> <p>Os Calcários do Vimeiro afloram, em anticlinal, em contacto com o Diapiro da Maceira dando origem a um extenso vale - Vale Tifónico dominado pelo rio Alcabrichel.</p>  <p>Figura 2 – Contacto entre o Diapiro da Maceira e os Calcários do Vimeiro</p>	<p>- Localização da 1ª Paragem.</p> <p>- Indicações sobre o tipo de tarefas a executar.</p>
5	<p>UMA HISTÓRIA NUM «LIVRO DE PEDRA»: ITINERÁRIO GEOLÓGICO NA MACEIRA (TORRES VEDRAS)</p> <p><b>2ª PARAGEM – CALCÁRIOS DO VIMEIRO</b></p>  <p>Figura 3 – Vista aérea do afloramento.</p>	<p>- Localização da 2ª Paragem.</p> <p>- Indicações sobre o percurso que iriam percorrer a pé.</p> <p>- Indicações sobre os cuidados a ter em cada local de observação e na deslocação para o local seguinte (uma vez que o percurso se localiza na berma de uma estrada, embora com pouco trânsito).</p>
6	<p>UMA HISTÓRIA NUM «LIVRO DE PEDRA»: ITINERÁRIO GEOLÓGICO NA MACEIRA (TORRES VEDRAS)</p> <p><b>No local P2a</b></p>  <p>Figura 4 – Afloramento dos calcários: - plano de estratificação; - fracturas</p>	<p>- Aspectos a observar na paragem P2a.</p> <p>- Tipo de tarefas a realizar.</p>



7	<p>UMA HISTÓRIA NUM "LIVRO DE PEDRA": ITINERÁRIO GEOLÓGICO NA MACEIRA (TORRES VEDRAS)</p> <p>No local P2b.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificação de rochas.</li> <li>- Classificação de diferentes tipos de calcário</li> <li>- Meteorização</li> </ul>  <p>Figura 5 – Aspecto geral do local P 2b.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aspectos a observar na paragem P2b.</li> <li>- Tipo de tarefas a realizar.</li> <li>- Conceitos teóricos relacionados.</li> </ul>
8	<p>UMA HISTÓRIA NUM "LIVRO DE PEDRA": ITINERÁRIO GEOLÓGICO NA MACEIRA (TORRES VEDRAS)</p> <p>No local P2b</p>  <p>Figura 6 – Aspecto dos calcários no local P2b</p>	<p>(o mesmo que o anterior)</p>
9	<p>UMA HISTÓRIA NUM "LIVRO DE PEDRA": ITINERÁRIO GEOLÓGICO NA MACEIRA (TORRES VEDRAS)</p> <p>No local P 2c.</p> <p>Medir direcção e inclinação</p>  <p>Figura 7 – Aspecto do afloramento no local P2c</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aspectos a observar na paragem P2c</li> <li>- Tipo de tarefas a realizar.</li> </ul> <p>Nesta altura foi fornecida informação sobre a existência de uma pequena pausa no final desta paragem.</p>



10	<p>UMA HISTÓRIA NUM «LIVRO DE PEDRA»: ITINERÁRIO GEOLÓGICO NA MACEIRA (TORRES VEDRAS)</p> <p>3ª PARAGEM – PRAIA DE PORTO NOVO</p>  <p>Figura 8 – Aspecto geral do afloramento</p> <p>Ocupação antrópica</p>	<p>- Localização da 3ª Paragem.</p> <p>- Indicações sobre o tipo de tarefas a executar.</p> <p>- Conceitos teóricos relacionados.</p>
11	<p>UMA HISTÓRIA NUM «LIVRO DE PEDRA»: ITINERÁRIO GEOLÓGICO NA MACEIRA (TORRES VEDRAS)</p>  <p>Figura 9 – Aspectos do afloramento</p>	(o mesmo que o anterior)
12	<p>UMA HISTÓRIA NUM «LIVRO DE PEDRA»: ITINERÁRIO GEOLÓGICO NA MACEIRA (TORRES VEDRAS)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenhar coluna estratigráfica</li> <li>• Identificar: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cor;</li> <li>- Litologia;</li> <li>- Granulometria;</li> <li>- Natureza dos contactos;</li> <li>- Estruturas de ordenamento interno;</li> <li>- Estruturas orgânicas;</li> <li>- Estruturas de superfície.</li> </ul> </li> <li>- Área fonte dos sedimentos</li> <li>• Recolher areia da praia</li> </ul>	<p>- Especificação das tarefas a realizar.</p> <p>- Indicações sobre normas de recolha de amostras.</p>

13	<p><b>UMA HISTÓRIA NUM "LIVRO DE PEDRA": ITINERÁRIO GEOLÓGICO NA MACEIRA (TORRES VEDRAS)</b></p> <p><b>4ª PARAGEM – PROMONTÓRIO DE PORTO NOVO</b></p> <p>Tem-se acesso a este afloramento subindo por umas escadas, construídas pelos pescadores, na extremidade da praia de Porto Novo. Esta paragem integra quatro pontos de observação (P4a, P4b, P4c e P4d)</p>  <p>Figura 10 – Aspecto geral do afloramento (fotografado de SW)</p> <p><u>Aviso: Circule com muito cuidado. Apesar de seguro, o caminho é estreito e qualquer brincadeira pode resultar em acidente</u></p>	<p>- Localização da 4ª Paragem.</p> <p>- Indicação sobre os cuidados a tomar, em especial, neste afloramento, porque, embora seguro, qualquer distração poderia ter consequências desagradáveis.</p>
14	<p><b>UMA HISTÓRIA NUM "LIVRO DE PEDRA": ITINERÁRIO GEOLÓGICO NA MACEIRA (TORRES VEDRAS)</b></p>  <p>Figura 11 – Aspectos dos locais de observação</p>	<p>- Aspectos a observar nos quatro locais do afloramento.</p>
15	<p><b>UMA HISTÓRIA NUM "LIVRO DE PEDRA": ITINERÁRIO GEOLÓGICO NA MACEIRA (TORRES VEDRAS)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cor;</li> <li>- Litologia;</li> <li>- Granulometria;</li> <li>- Natureza dos contactos;</li> <li>- Estruturas de ordenamento interno;</li> <li>- Estruturas orgânicas;</li> <li>- Estruturas de superfície.</li> </ul> </li> <li>• Recolher areia do afloramento</li> </ul>	<p>- Indicações sobre o tipo de tarefas a executar.</p> <p>- Indicações sobre regras a observar na recolha de amostras.</p> <p>No fim da apresentação deste slide foi-lhes fornecida informação sobre a pausa, no final desta paragem, sobre a duração do tempo para o almoço e descanso.</p>



16	<p>UMA HISTÓRIA NUM «LIVRO DE PEDRA»: ITINERÁRIO GEOLÓGICO NA MACEIRA (TORRES VEDRAS)</p> <p>5ª PARAGEM – PRAIA DE STA. RITA (NORTE)</p>  <p>Identificação de fósseis</p> <p>Identificar estruturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- por carga</li> <li>- por escape de fluidos</li> </ul> <p>Figura 12 – Aspecto geral do afloramento</p>	<p>- Localização da 5ª Paragem.</p> <p>- Indicações sobre o tipo de tarefas a executar.</p> <p>- Sensibilização para a não destruição dos fósseis que iriam observar.</p>
17	<p>UMA HISTÓRIA NUM «LIVRO DE PEDRA»: ITINERÁRIO GEOLÓGICO NA MACEIRA (TORRES VEDRAS)</p> <p>6ª PARAGEM – PRAIA DE STA RITA (SUL)</p>  <p>Figura 13 – Aspecto geral do afloramento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar:</li> <li>- Cor;</li> <li>- Litologia;</li> <li>- Granulometria;</li> <li>- Natureza dos contactos;</li> <li>- Estruturas orgânicas;</li> <li>- Estruturas de superfície.</li> <li>• Recolher fósseis</li> </ul>	<p>- Localização da 6ª Paragem.</p> <p>- Indicações sobre o tipo de tarefas a executar.</p> <p>- Sensibilização para a não destruição dos fósseis que iriam observar.</p>
18	<p>UMA HISTÓRIA NUM «LIVRO DE PEDRA»: ITINERÁRIO GEOLÓGICO NA MACEIRA (TORRES VEDRAS)</p> <p><b>Fim</b></p>	<p>No final da apresentação dos slides os alunos tiveram oportunidade de esclarecer questões que acharam não terem sido convenientemente explicitadas no decorrer da apresentação.</p>

Verificou-se que no início da apresentação os alunos estavam muito expectantes e ansiosos por conhecer pormenores sobre como se iria desenrolar a actividade de campo. Esta atitude é perfeitamente compreensível pois a maioria nunca tinha realizado uma



actividade deste tipo e nas visitas de estudo, de outras disciplinas, o seu envolvimento é menor, do tipo passivo (ouvem explicações e observam, de preferência sem mexer).

Quando souberam que o roteiro tinha tarefas específicas que teriam de realizar e que seriam avaliados, não só pelas suas atitudes, mas também, pelo cuidado e preocupação que teriam a realizar essas tarefas, passaram a encarar o trabalho de campo como “Trabalho” e não como uma “Visita”.

Os alunos foram ainda informados que iriam trabalhar em grupo e que seria distribuído um roteiro por grupo; tiveram a liberdade de escolher os elementos desde que formassem 5 grupos e a distribuição do número de alunos fosse equitativa. Também ficou combinado que “à posteriori” elaborariam um cartaz por paragem que seria dado a conhecer à comunidade escolar.

Também foram lembrados que deveriam respeitar as normas constantes do Regulamento Interno da Escola e que o professor acompanhante seria o professor da turma da disciplina de Físico-Química (por coincidência, as duas turmas foram acompanhadas pelos respectivos professores de Físico-Química).

Convém referir que este estudo englobou duas turmas do 11º ano e, devido ao elevado número de alunos por turma (cerca de 25), decidiu-se fazer uma saída de campo por turma. O responsável por ambas as visitas era o mesmo professor.

#### **4.2. Saída de Campo**

Para a Saída de Campo foram elaborados dois roteiros: um para alunos e um para professores (I e II) em que se tentou fazer uma planificação cuidada e equilibrada quer do ponto de vista temático quer em função do público a que se destina (*Rebello e Marques, 2000; Morgado et al., 2001*).

Neste contexto foi elaborado um roteiro com 5 paragens cujos objectivos gerais são:

- Conhecer o património Geológico da Região no sentido da sua valorização e sensibilização para a sua preservação;
- Reconhecer diferentes tipos de rochas sedimentares quer em amostras de mão quer em afloramentos;
- “Aprender a ler” a história que as rochas / afloramentos nos contam, quanto à sua natureza e génese;

- Aprender a interpretar acontecimentos geológicos;
- Relacionar a Geologia local com o modo de vida (social e económico) das populações em várias épocas;
- Aprender a utilizar a bússola;
- Aprender a utilizar e interpretar mapas cartográficos e geológicos.

Nas primeiras páginas do roteiro constam, além de uma pequena introdução, o itinerário, o material a utilizar durante a saída de campo e excertos da carta geológica e da carta militar referentes à região em estudo (pag. 1 a 6). A partir da página 7 está organizado por paragens, para as quais, a seguir, se definem o tempo de duração, objectivos específicos, tarefas propostas e se comentam os resultados no campo.

### **Paragem 1: Contacto do Diapiro da Maceira / Calcários do Vimeiro**

Tempo de duração: 15 min

Objectivos específicos:

- Identificar diferentes estratos;
- Identificar o contacto entre os diferentes estratos;

Tarefas:

- \* Assinalar o contacto na fotografia.

Comentários:

- Os alunos tiveram alguma dificuldade em localizar o local da fotografia; após esta dificuldade ter sido resolvida, e terem centrado as suas observações, identificaram perfeitamente a superfície de contacto, em especial, do lado direito, onde era mais visível. A tarefa foi cumprida sem dificuldade de maior (fig. 91).

- A utilização de um cartaz (cartaz 1 – anexo VII) com um esquema hipotético da evolução do diapiro da Maceira e formação do Vale Tifónico facilitou a compreensão dos conceitos que estavam a ser requeridos.



Figura 91 – Alunos realizando a tarefa.

## **Paragem 2: Calcários do Vimeiro**

Tempo de duração: +/- 1 h

### Objectivos específicos:

- Identificar diferentes estratos;
- Aplicar princípios fundamentais em Geologia (princípio da horizontalidade, sobreposição, actualismo);
- Identificar diferentes tipos de calcários;
- Identificar estruturas pré-deposicionais (estruturas erosivas),
- Medir a direcção e inclinação da estratificação;
- Propor cenários paleogeográficos relacionando conhecimentos anteriormente adquiridos.

### Tarefas:

- \* Orientar e localizar a paragem, na carta topográfica;
- \* Identificar o traçado do rio;
- \* Assinalar, na fotografia, planos de estratificação e fracturação;

- \* Identificar, caracterizar e classificar o tipo de rocha;
- \* Identificar fenómenos de meteorização;
- \* Medir direcções e inclinações dos estratos;
- \* Propor um cenário paleogeográfico para a formação dos Calcários do Vimeiro, relacionando conhecimentos anteriormente adquiridos.

Comentários:

- Os alunos tiveram alguma dificuldade em se localizarem no mapa.
- A explicação sobre a evolução do Diapiro da Maceira e sua relação com os Calcários do Vimeiro facilitou a identificação dos planos de estratificação e fracturação.
- Em relação às tarefas referentes à identificação dos calcários e fenómenos de meteorização, os alunos envolveram-se nestas tarefas dum modo especial, pois estavam a ver no campo aquilo que já tinham estudado na aula, trabalhando com muita autonomia, excepto na classificação do tipo de calcários (com oncólitos e brechificados), pois estes conteúdos não tinham sido muito explorados nas aulas (fig. 92).



Figura 92 – Alunos empenhados no trabalho.

- Na medição da direcção e inclinação dos estratos várias dificuldades foram verificadas. A primeira, logística, uma vez que só existiam 3 bússolas para 5 grupos (cerca de 25 alunos); a segunda, é que a aula, em que aprenderam a manusear a bússola, revelou-se insuficiente para interiorizar os procedimentos e para os transpor dos modelos utilizados, em aula, para a “realidade”; terceiro, só um dos professores, o da disciplina, podia auxiliar os alunos, já que o professor acompanhante era da área de Físico-Química e não sabia manusear a bússola. Isto causou algum tempo de espera e desmotivou um pouco os

alunos. Estes factos merecem duas reflexões: o elevado número de alunos por turma e o professor acompanhante não poder ser da mesma área dificulta o apoio aos alunos, comprometendo esta estratégia de ensino-aprendizagem.

- Relativamente à última tarefa, os alunos sentiram novamente que este assunto era algo familiar (tinha sido explorado durante as actividades de pré-saída, na ficha “ A Química dos Calcários”) e apoiaram-se nos professores acompanhantes (professores de Físico-Química) (fig. 93).



Figura 93 - Professor acompanhante apoiando um grupo de alunos.

- A utilização de cartazes (cartazes 2 e 3 – anexo VII) possibilitou uma síntese e ajudou os alunos a terem uma visão global.

- Durante a paragem foi comprovado o efeito de “novidade do espaço” – um grupo de patos selvagens que habitam nas margens do rio apareceu o que causou alguma distração nos alunos (fig.94).



Figura 94 – Alunos distraídos e o pato.



No final da paragem houve uma pausa de cerca de 20 minutos o que permitiu aos alunos e professores descansar e recuperar energias (fig. 95)



Figura 95 – Pausa.

### **Paragem 3 – Praia de Porto Novo**

Tempo de duração: +/- 1 hora

Objectivos específicos:

- Identificar problemas de ordenamento do território por ocupação de zonas de vertente;
- Aplicar princípios fundamentais em Geologia (princípio da horizontalidade, sobreposição, actualismo);
- Identificar diferentes litologias;
- Reconhecer icnofósseis;
- Identificar estruturas pré-deposicionais (estruturas erosivas), sin-deposicionais (estruturas de ordenamento interno) e pós-deposicionais (estruturas de deformação e actividade orgânica).

Tarefas:

- \* Identificar problemas de ordenação do território;

- \* Explicar os riscos naturais e antrópicos relacionando-os com a Geologia;
- \* Orientar e localizar a paragem na carta topográfica;
- \* Construir uma coluna estratigráfica;
- \* Comparar orientações de estratos;
- \* Identificar e explicar sinais de bioturbação;
- \* Identificar e explicar a formação do paleossolo;
- \* Caracterizar litologias siliciclásticas;
- \* Explicar a formação da estratificação cruzada em ventre;
- \* Explicar a formação de ciclos granodecrescentes;
- \* Propor um cenário paleogeográfico para a formação das diferentes fácies presentes, relacionando conhecimentos anteriormente adquiridos;
- \* Recolher uma amostra de areia da praia.

Comentários:

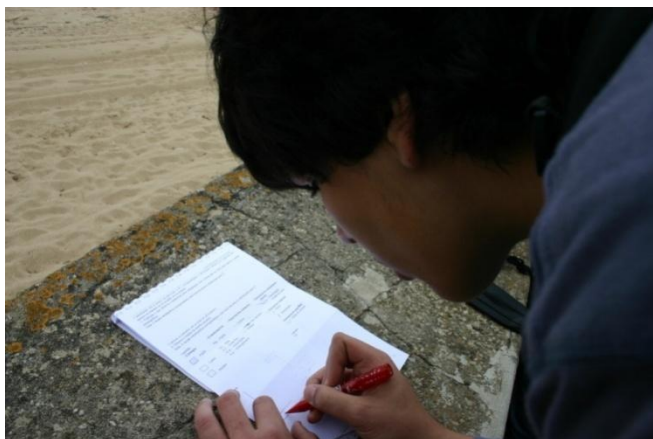
- A primeira tarefa permitiu abordar os conteúdos programáticos “1. Ocupação antrópica e problemas de ordenamento: 1.3 Zonas de vertente “, tema para o qual os alunos sempre se mostraram muito sensíveis, pelo que trabalharam de forma autónoma.

- Quando se dirigiam para o local, alguns alunos, e sem que lhes fosse feita nenhuma referência, identificaram num promontório uma fractura que poderá implicar a queda do bloco (fig. 96).



Figura 96 – Promontório e pormenor da fractura.

- A construção da coluna estratigráfica foi uma actividade que os alunos desenvolveram de forma autónoma, e o problema de chegarem ao topo do afloramento deu até origem a momentos hilariantes que funcionaram como descontração (fig. 97).



Figuras 97 – Alunos medindo o afloramento e construindo a coluna estratigráfica.

- Identificar e explicar os sinais de bioturbação e a formação do paleossolo, foram as actividades em que os alunos revelaram dificuldades em resolver de forma autónoma; isto ter-se-á devido a estes conceitos terem sido só abordados nas aulas teóricas mas não suficientemente explorados. Apesar de terem demonstrado mais dificuldades os alunos não se mostraram desmotivados (fig. 98).



Figura 98 – Professor responsável apoiando os alunos.

- As tarefas caracterizar litologias, explicar a formação da estratificação cruzada em ventre, explicar a formação de ciclos granodecrescentes e propor um cenário

paleogeográfico para a formação das diferentes fácies presentes neste afloramento, relacionando conhecimentos anteriormente adquiridos, foram realizadas com apoio do professor responsável; embora tivessem caracterizado a fácies e identificado a estratificação cruzada em ventre e os ciclos granodecrescentes com relativa facilidade, explicar estes fenómenos era um pouco mais complexo.

- A utilização de cartazes (cartaz 4, 5, 6 e 7 – anexo VI) foi fundamental para a compreensão de alguns conceitos e, principalmente, para compreenderem e relacionarem o observado com os fenómenos geológicos ocorridos a uma escala mais global (fig. 99).



Figura 99 – Momento de síntese com recurso a cartazes explicativos.

#### **Paragem 4 – Promontório de Porto Novo**

Tempo de duração: +/- 1 hora

Objectivos específicos:

- Aplicar princípios fundamentais em Geologia (princípio da horizontalidade, sobreposição, actualismo);
- Identificar diferentes litologias;
- Identificar fósseis e deduzir habitats;
- Identificar estruturas pré-deposicionais (estruturas erosivas), sin-deposicionais (estruturas de ordenamento interno) e pós-deposicionais (estruturas de deformação e actividade orgânica);



- Propor cenários paleogeográficos relacionando conhecimentos anteriormente adquiridos.

Tarefas:

- \* Orientar e localizar a paragem, na carta topográfica;
- \* Representar esquematicamente o que observa;
- \* Identificar, caracterizar e classificar tipo de rochas;
- \* Propor um cenário paleogeográfico para a formação das diferentes fácies presentes no afloramento, relacionando conhecimentos anteriormente adquiridos;
- \* Recolher uma amostra de areia do afloramento.

Comentários:

- Uma das dificuldades sentidas foi o facto de o caminho ser estreito o que obrigou os alunos a trabalharem em pequenos grupos, e esperarem que uns acabassem uma tarefa para que o grupo seguinte a iniciasse, havendo tempos de espera que provocaram uma certa dispersão dos alunos e mesmo cansaço, e dificultou o apoio por parte dos professores (fig. 100).



Figura 100 – Aspecto do percurso e de alguma dispersão dos alunos.



- As tarefas que já não eram novidade foram executadas de modo autónomo, como por exemplo a recolha de areia do afloramento (fig. 101).



Figura 101 – Recolha de areia do afloramento.

- No local P4c os alunos mostraram-se muito motivados, pois estavam pela primeira vez a ver fósseis vegetais de grandes dimensões e observaram uma falha que facilmente identificaram como distensiva; percebeu-se que estavam felizes por conseguirem atingir os objectivos propostos sem dificuldades de maior (fig.102).

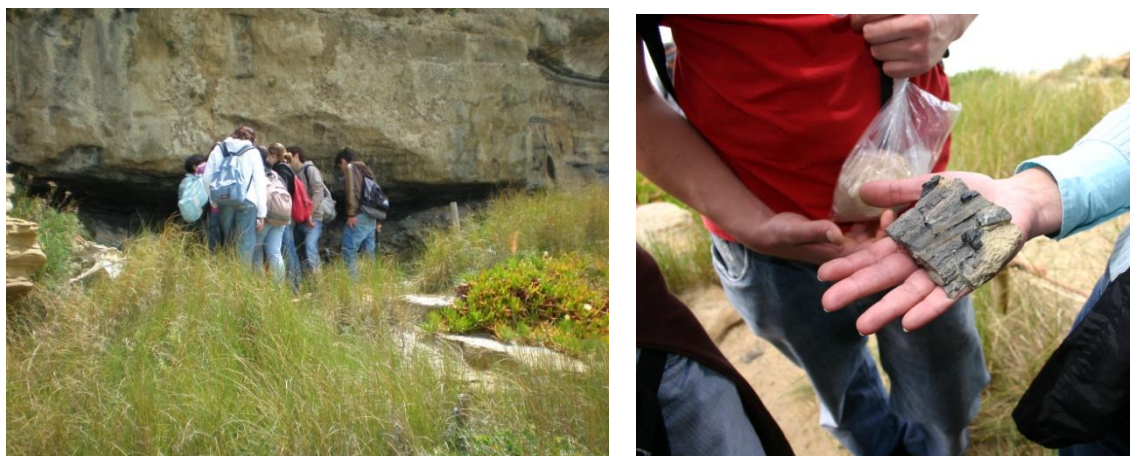


Figura 102 – Aspecto do local P4c e exemplo de um fóssil vegetal.

- A tarefa que pedia aos alunos para proporem um cenário paleogeográfico para a formação das diferentes fácies presentes, relacionando conhecimentos anteriormente adquiridos, foi aquela em que revelaram mais dificuldade; depois de serem ajudados a relacionar o afloramento com um rio meandriforme (utilizou-se o cartaz 8 – anexo VI), começaram eles próprios a extrapolar do esquema para o afloramento.

- A síntese final foi efectuada com auxílio do cartaz 9 (anexo VI).
- as dificuldades sentidas nesta paragem foram devidas, também, a algum cansaço já sentido por professores e alunos, agravado pelos momentos “mortos” e à proximidade da hora de almoço; mesmo assim alguns alunos mostraram-se sempre atentos e motivados (fig. 103).



Figura 103 – Alunos no local P4d.

### **Paragem – Almoço**

Tempo de duração: +/- 1 hora

Estava estampado nos rostos dos alunos o cansaço e, quando a visita foi “interrompida” para almoço, eles expressaram-se em consonância (fig.104).

Esta paragem acabou por ter duração aproximada de 1h e 30 min., possibilitando aos alunos, além de satisfazerem as necessidades básicas, momentos de convívio e lazer (fig.104).



Figura 104 – A “paragem” do almoço.

O convívio entre alunos e entre estes e os professores, fora dos espaços habituais (escola), é também enriquecedor, pois estabelece-se um outro tipo de diálogo, menos formal.

### **Paragem 5 – Praia de Santa Rita (Norte)**

Tempo de duração: +/- 1 hora

Objectivos específicos:

- Aplicar princípios fundamentais em Geologia (princípio da horizontalidade, sobreposição, actualismo);
- Identificar diferentes litologias;
- Identificar fósseis e deduzir habitats;
- Identificar estruturas pré-deposicionais (estruturas erosivas), sin-deposicionais (estruturas de ordenamento interno) e pós-deposicionais (estruturas de deformação e actividade orgânica);
- Sensibilizar para a preservação do registo fóssil.

Tarefas:

- \* Orientar e localizar a paragem, na carta topográfica;
- \* Identificar, caracterizar e classificar diferentes litologias;
- \* Identificar fósseis processos de fossilização;
- \* Identificar figuras de deformação por carga e por escape de fluidos;
- \* Propor uma explicação para a formação das estruturas de deformação;
- \* Comentar a expressão: “ A geologia, a arte e a engenharia”.

Comentários:

- Os alunos, ao chegarem ao afloramento e ao olharem para o topo, denominaram essa zona como “o camelo” , associando a Geologia à Biologia (fig. 105).
- As tarefas relativas à identificação e classificação das litologias e as relativas à temática dos fósseis foram executadas de forma autónoma.



Figura 105 – “O camelo”.

- A visualização do aspecto do tronco fossilizado antes e depois de ter sido destruído, sensibilizou os alunos (cartaz 10 – anexo VII).
- Para as tarefas relativas à identificação e explicação das figuras de deformação foi necessário algum apoio inicial (exploração dos cartazes 11 e 12 – anexo VII), mas, depois de terem percebido os conceitos envolvidos, começaram a identificar, noutros pontos do afloramento, estas estruturas (fig. 106).



Figura 106 – Atitude dos alunos perante o afloramento.

- Quanto à última tarefa, que requeria que os alunos comparassem alguns aspectos do afloramento com uma pintura de Van Gogh e com uma ponte romana (ver roteiro dos

alunos – anexo II), obtiveram-se respostas variadas, das quais se transcrevem algumas a título de exemplo:

- “ esta expressão mostra que está tudo ligado (,) pois na engenharia são utilizadas rochas que fazem parte da Geologia e na arte (,) a natureza é representada (,) o que também envolve a geologia. O pormenor das nuvens da fig. 12 está parecido com o afloramento. O pormenor da ponte está parecido com o afloramento” (Bernardo, Mariana; José – 11º A);
- “na figura 12, o quadro é parecido com o pormenor do afloramento, figura 12 A, (;) compreendendo-se assim a frase que diz respeito à geologia e à arte. Na figura 13 (,) a ponte, construída pela engenharia, faz lembrar o pormenor do afloramento da figura 13 A, que é um processo natural da área da geologia. Por isso a Geologia, a arte e a engenharia dão origem a formas parecidas” (Alexandre, Cláudia, Helena, Rui – 11º B);
- “ tal como a arte e a engenharia, a geologia leva o seu tempo e cada cor, cada estrato, tem a sua história e a sua base de ser (fenómenos que lhes deram origem?), acarretando consigo informações do espaço e do tempo em que se formaram” (Diana, Liliana, Marcella e Rita – 11ª B);
- “tal como o Homem através de diferentes intervenções consegue produzir o belo, também a natureza, como orienta as suas estruturas geológicas consegue produzir o mesmo” (Diogo, Juliana; Ana Rita, Telma – 11º B)

#### Paragem 6 – Praia de Santa Rita (Sul)

Tempo de duração: +/- 1 hora

#### Objectivos específicos:

- Aplicar princípios fundamentais em Geologia (princípio da horizontalidade, sobreposição, actualismo);
- Identificar diferentes litologias;
- Identificar fósseis e deduzir habitats;
- Identificar estruturas pré-deposicionais (estruturas erosivas), sin-deposicionais (estruturas de ordenamento interno) e pós-deposicionais (estruturas de deformação e actividade orgânica);



- Propor cenários paleogeográficos relacionando conhecimentos anteriormente adquiridos.

Tarefas:

- \* Orientar e localizar a paragem, no excerto da carta topográfica;
- \* Identificar, caracterizar e classificar diferentes litologias;
- \* Identificar fósseis e processos de fossilização;
- \* Medir direcções e inclinações dos estratos;
- \* Propor um cenário paleogeográfico para a formação das diferentes fácies presentes neste afloramento, relacionando conhecimentos anteriormente adquiridos.

Comentários:

- Ao contrário dos afloramentos anteriores, este possuía uma grande frente de observação, devido à inclinação dos estratos, o que deu origem a alguma dispersão física dos alunos; alguns, que já tinham lido as tarefas do guião, queriam era observar e recolher fósseis; a atitude adoptada pelos professores foi dar algum tempo aos alunos (fig. 107).



Figura 107 – Dispersão dos alunos face ao afloramento.

- Passada a fase inicial, os alunos começaram a executar as tarefas propostas no roteiro, de forma autónoma, excepto nas que eram novidade, nomeadamente, explicar a transição de estratos de natureza carbonatada a siliciclástica.

- Quando tiveram de medir a direcção e inclinação dos estratos, verificou-se que a maioria dos alunos o fez de modo autónomo.
- A síntese e o contexto paleogeográfico foram novamente as questões em que os alunos revelaram mais dificuldade.

Como balanço final pode-se referir que:

- os alunos trabalharam, de uma maneira geral, de forma autónoma; convém lembrar que para a maioria dos alunos, este tipo de tarefas eram novidade;
- a necessidade de apoio para a execução de algumas tarefas, nomeadamente, as que envolviam sínteses, já era esperada;
- a utilização dos cartazes, para explicar alguns processos, ou como síntese final, resultou muito bem, pois proporcionou momentos de reunião entre professores e alunos e dos alunos com a Geologia;
- as questões do guião estavam adequadas aos alunos quer em termos etários, quer em termos de conteúdos;
- o guião, enquanto suporte físico do trabalho de campo, revelou-se funcional (fig. 108);



Figura 108 – Utilização dos roteiros pelos alunos

- o facto de se ter utilizado um guião por grupo levou a que os alunos interagissem mais entre si, promovendo o trabalho de grupo mas, por outro lado, fez com que certos elementos de alguns grupos depositassem nos colegas toda a responsabilidade;
- é de enaltecer a atitude dos alunos durante todo o percurso; estavam motivados e colaborantes;

- apesar das condições atmosféricas, durante a maior parte do tempo, serem propícias ao desenvolvimento de actividades de campo, ninguém protestou quando, em algum momento choveu;
- mantiveram-se interessados, mesmo após momentos de espera, ou quando a fome ou o cansaço se fizeram sentir;
- sentiu-se que se “fez luz” para alguns conceitos que tinham sido explorados na sala de aula;
- a visita terá sido um pouco longa, pois, nas paragens finais, alguns alunos já estavam mais desatentos e um pouco cansados (fig. 109).



Figura 109- Alunos no final das actividades.

No final da saída de campo foi pedido aos professores acompanhantes que redigissem um pequeno comentário sobre esta actividade que a seguir se apresenta.

Na opinião da professora acompanhante, Olga Fróis, “ A visita correu bem; os alunos mostraram-se interessados, colocaram dúvidas e pediram esclarecimentos às questões do roteiro. Embora a maior parte revelasse que a Geologia não lhes diz muito, mostraram empenho, uns mais que outros, na resolução das questões do roteiro. No entanto, verifiquei que na parte final de cada etapa os alunos demonstraram algum cansaço, principalmente a partir da 4ª paragem.”

Na opinião do professor acompanhante, João Pedro Oliveira: “Gostei muito da visita de estudo e gostaria de fazer o seguinte comentário: 1- O guião foi muito bem construído (fotos certas nos locais certos); 2 - A visita foi muito oportuna e muito bem preparada; 3 -Todas as estações foram escrupulosamente tratadas; 4 - Penso que os alunos gostaram imenso e que também lhes foi muito proveitosa.”

### 4.3. Actividades Pós - saída

No âmbito das actividades de pós – saída, desenvolveram-se acções que não foram possíveis de realizar no campo e actividades de síntese.

A classificação dos fósseis recolhidos e a caracterização e classificação das areias recolhidas foram as actividades realizadas, enquadradas no primeiro grupo de tarefas atrás referidas.

A classificação de fósseis foi realizada com recurso ao site <http://e-geo.ineti.pt/bds/geobases/paleontologia/pesquisas.aspx>; os alunos fizeram uma pesquisa, por período e idade geológica e compararam os fósseis recolhidos com os das imagens; esta tarefa não foi muito apelativa, pois os fósseis recolhidos não estavam completos, faltando muitos dados para se poder proceder a uma classificação rigorosa.

A caracterização e classificação das areias, às quais se juntaram amostras previamente recolhidas na duna da praia de Sta Rita, e de uma zona mais interior, perto do Convento Velho de Penafirme, resultou numa aula laboratorial dinâmica; as tarefas foram realizadas com auxílio de lupas binoculares e recurso à tabela do manual do aluno (tabela V).

Areias fluviais		Angulosas ou sub-roladas, grosseiras ou finas, grau de granotriagem variável
Areias marinhas		Arredondadas, polidas, por vezes com forma ovóide, brilhantes, geralmente bem calibradas
Areias eólicas		Bem arredondadas, baças devido a numerosas marcas provocadas pelos choques, muito bem seleccionadas
Areias glaciárias		Muito angulosas e mal calibradas, de aspecto triturado

Tabela V - Classificação das areias em função das suas características (*in Silva et al., 2004*)

As actividades permitiram, aos alunos, perceber a diferença entre a teoria e a prática, ou seja, por exemplo, no caso das areias, as que apareciam na fotografia da tabela eram exemplos típicos que, quando comparados com as das amostras, não se relacionavam directamente, tornando a tarefa mais difícil, na opinião dos alunos, mas mais enriquecedora.

No segundo grupo de actividades (actividades de síntese) as respostas constantes nos roteiros de campo foram analisadas, corrigidas, aproveitando-se este momento para esclarecer dúvidas ou aspectos que não tinham ficado bem consolidados durante a saída.

Cada grupo elaborou um cartaz de síntese (Anexo VII), referente a uma paragem; os cartazes foram expostos de modo a dar a conhecer à comunidade escolar o trabalho realizado durante a saída de campo (fig. 110).



Figura 110 – Alguns dos cartazes expostos na escola.

## V. 5 Avaliação das actividades desenvolvidas.

---

A avaliação das actividades desenvolvidas foi realizada pelos alunos através de um questionário, dividido em 4 partes: I. Avaliação das actividades pré-saída de campo; II. Avaliação da saída de campo; III. Avaliação das actividades desenvolvidas pós-saída de campo; IV. Avaliação do Trabalho de Campo (Anexo VIII); os resultados obtidos foram tratados quantitativamente.

### 5.1 Avaliação das actividades pré-saída de campo

À questão: «As actividades de pesquisa documental subordinadas ao tema "A Geologia, o Homem e a Região", responderam à questão: "A Geologia influencia, de algum modo, a ocupação humana de uma região e o seu modo de vida?"» conclui-se que a resposta a esta questão é positiva (gráfico 17).



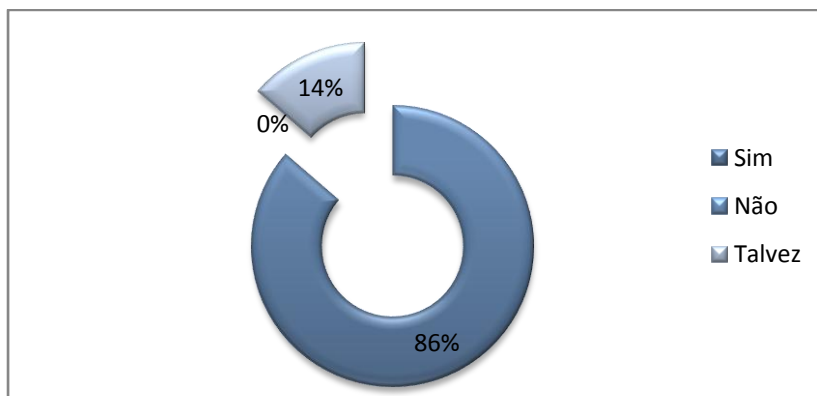


Gráfico 17 – “A Geologia influencia, de algum modo, a ocupação humana de uma região e o seu modo de vida?” (n=49)

As actividades práticas, com o objectivo de preparar os alunos para as tarefas a desenvolver durante o trabalho de campo, foram avaliadas de uma forma positiva, uma vez que só 25% dos alunos considerou que estas deram pouca preparação (gráfico 18).

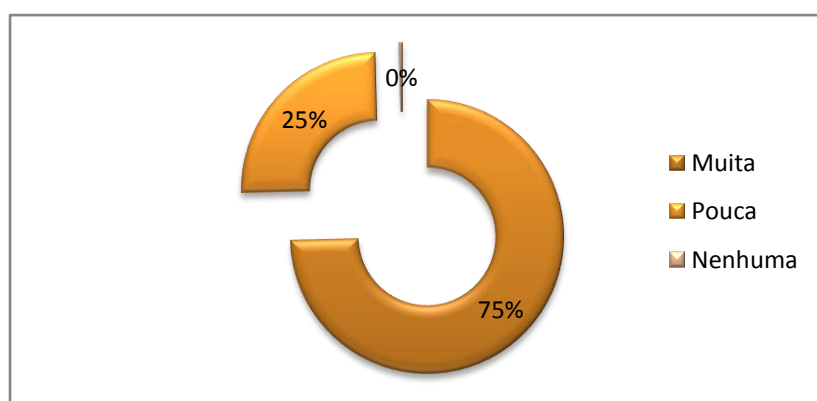


Gráfico 18 - «As actividades práticas permitiram uma preparação para as tarefas desenvolvidas durante o Trabalho de Campo?» (n=49)

Das actividades desenvolvidas os alunos consideraram como a mais positiva “ A Bússola” (84%), seguida da “A química dos calcários” (82%) e “Coluna estratigráfica” (77%); a actividade que eles consideram que menor preparação deu para o trabalho de Campo foi “Cartas topográficas e geológicas” (64%) (gráfico 19).

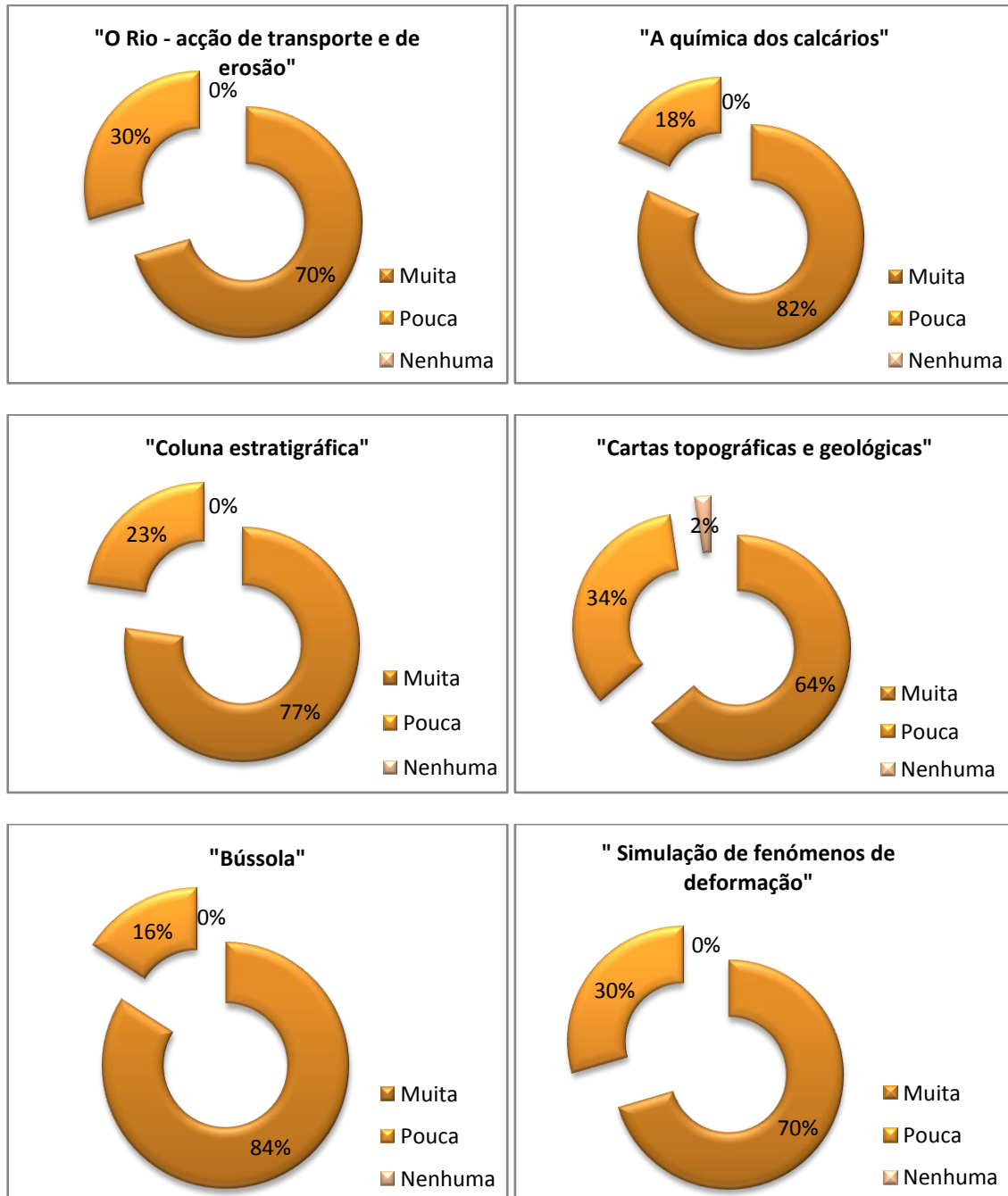


Gráfico 19 - Avaliação das diferentes actividades (n=49).

Segundo os alunos, a apresentação ("power point"), dedicada à exploração do trabalho a realizar na saída de campo, forneceu muita informação (71%) embora 2% discordem totalmente (gráfico 20).

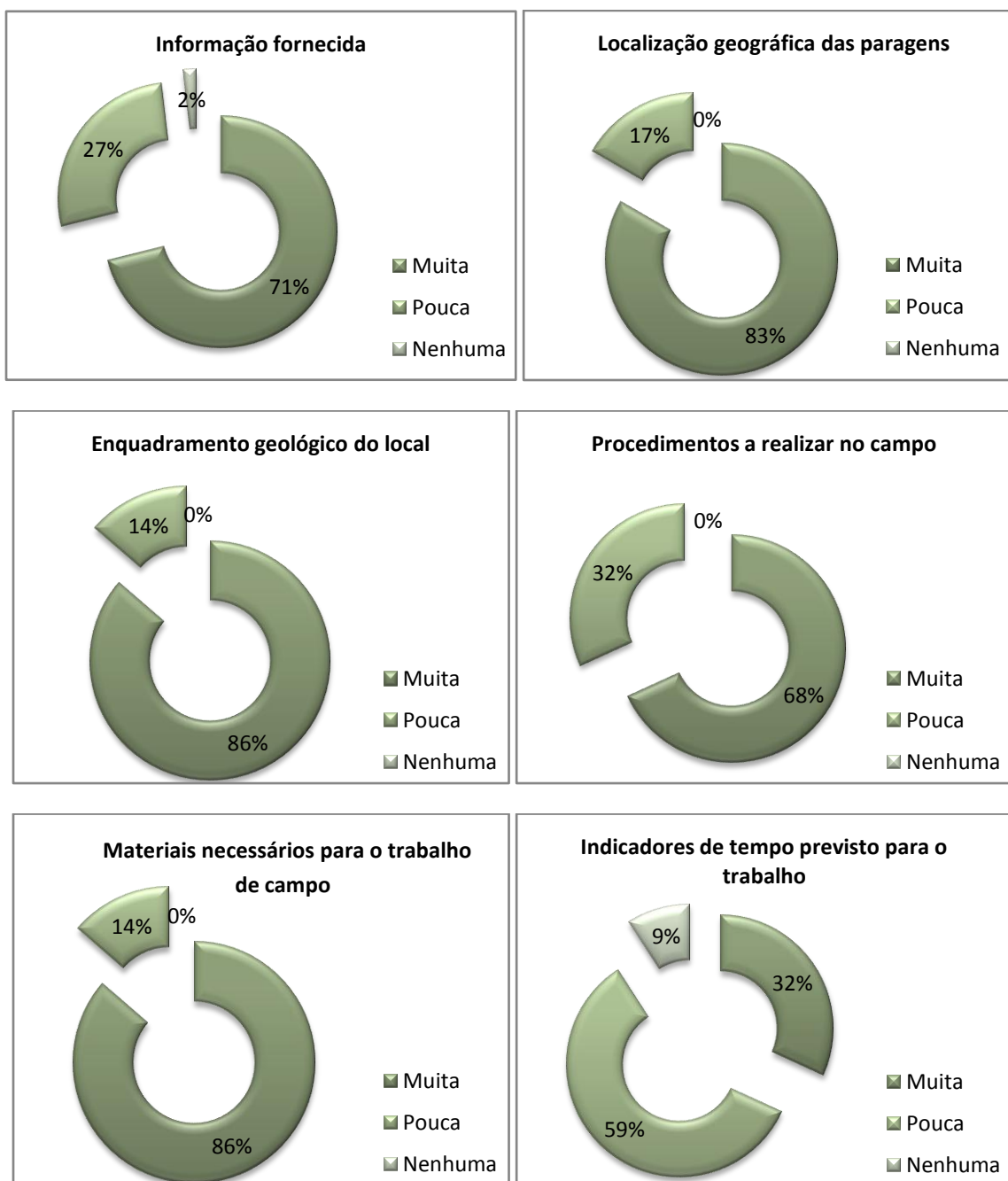


Gráfico 20 - «A actividade de preparação realizada antes da saída de campo ...forneceu... informação ...» (n=49).

No entanto, se analisarmos parcelarmente as respostas, observa-se que esta actividade forneceu muita informação acerca do “Enquadramento geológico do local” (86%), “Materiais necessários para o trabalho de campo” (86%) e “Localização geográfica das paragens” (83%); em contrapartida, foi insatisfatória para o ponto “Indicadores de tempo previsto para o trabalho”, sobre o qual 9% e 53% dos alunos responderam, respectivamente, não ter fornecido informação ou pouca informação (gráfico 20).

## 5.2. Avaliação da saída de campo

Os alunos consideraram, de um modo global, que o trabalho desenvolvido no campo foi de Bom (46%) a Muito Bom (36%) e só 1% considerou insuficiente (gráfico 21). Parcelarmente, foi considerado de Bom a “Preparação da saída de campo” (55%), o “Material de apoio” (52%) e o “Tempo para realizar as actividades” (50%) (gráfico 21).

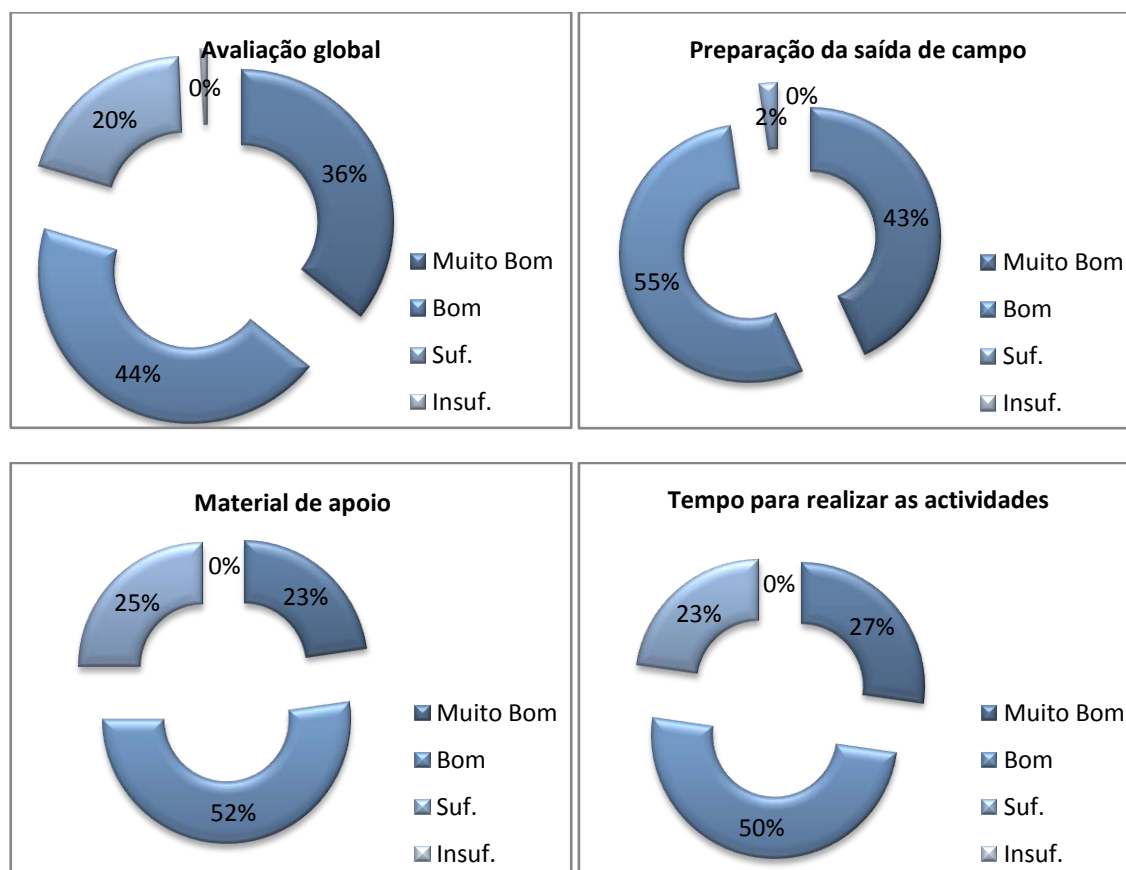


Gráfico 21 – Avaliação do trabalho desenvolvido no campo (n=49).

A avaliação de Bom a Muito Bom à “Interligação dos conceitos teóricos e os conceitos abordados no campo” indica que, de um modo geral, a escolha do local e das paragens estava integrada nos conteúdos de ensino-aprendizagem, possibilitando ao aluno um contacto com o “real” (gráfico 22). Dourado (2006) considera que os alunos precisam de ter em consideração o “real” do campo e estudá-lo, em parte, no campo e em parte no laboratório.

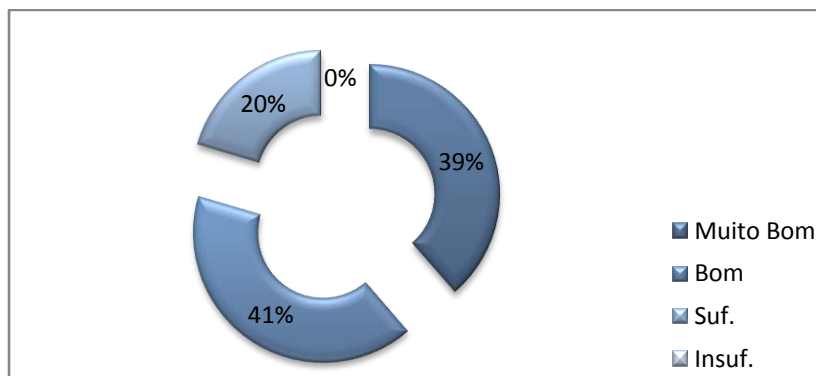


Gráfico 22 - “Interligação dos conceitos teóricos e os conceitos abordados no campo” (n=49).

Orion (1988, *in* Dourado, 2006) defende uma abordagem holística dos diferentes ambientes de aprendizagem, cabendo ao professor a responsabilidade de os usar, interligando as actividades realizadas no exterior e interior da sala de aula.

A elaboração do roteiro foi classificada de Muito bom (49%) a Bom (41%), o que poderá significar que os alunos consideraram o seu conteúdo e formato adequados, quer em termos científicos quer funcionais (gráfico 23).

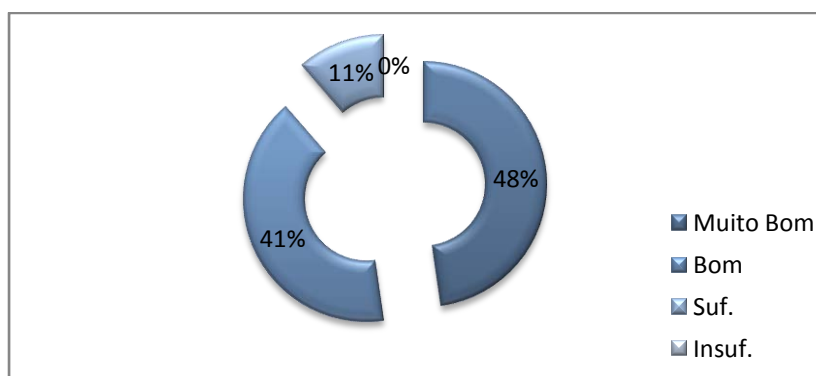


Gráfico 23 – Elaboração do roteiro (n=49).

O apoio às actividades de campo do professor da disciplina foi considerado entre Muito Bom e Bom (55% e 45%, respectivamente) (gráfico 24).

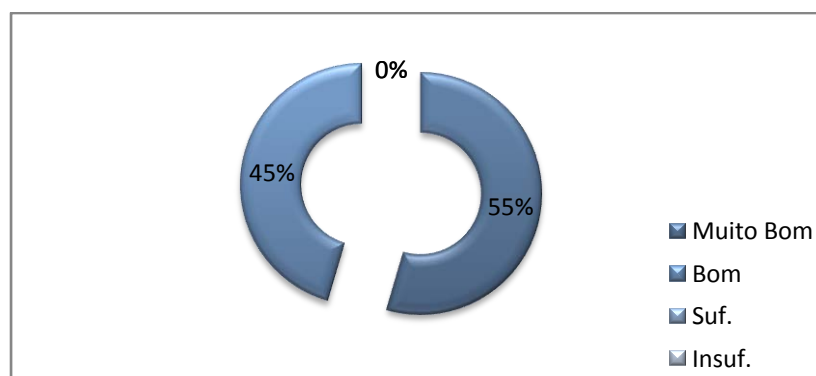


Gráfico 24 – Apoio do professor da disciplina (n=49)



Quanto ao apoio do professor acompanhante, as opiniões foram mais diversas: 16% - Muito Bom; 23% - Bom; 56% - Suficiente e 5% - Insuficiente (gráfico 25). Estes resultados podem dever-se ao facto dos dois professores serem da área das Ciências Físico-Químicas; apesar deste facto, esforçaram-se para dar apoio aos alunos, através do roteiro elaborado para professores, que consultavam sempre que qualquer aluno lhes colocava alguma dúvida; só se sentiram mais à vontade no esclarecimento de dúvidas onde a interdisciplinaridade entre Geologia e Química era evidente; contudo, o seu papel foi positivo. Esta é uma das dificuldades da implementação do trabalho de campo enumeradas por Dourado e Sequeira (2001).

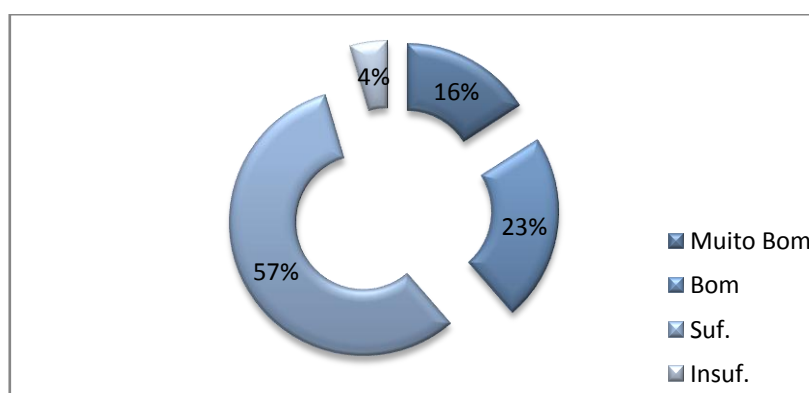


Gráfico 25 – Apoio do professor acompanhante (n=49).

Relativamente à questão II. 2. «Das actividades propostas no roteiro indique o grau de dificuldade que sentiu ao realizá-las», a maioria dos alunos sentiu uma dificuldade média em realizá-las; só 6 % sentiu muita dificuldade (gráfico 26). Das várias tarefas enumeradas nesta questão apresentam-se os resultados respectivos.

Destes resultados pode-se concluir que a actividade que exigia um maior grau de abstracção, “Elaboração de sínteses”, foi aquela em que os alunos sentiram mais dificuldades. As que exigiam outro tipo de recursos, nomeadamente de desenho, “Elaboração de esquemas de afloramentos” e “Construção da coluna estratigráfica”, também levantaram algumas dificuldades aos alunos, talvez devido às condições físicas em que as executaram.

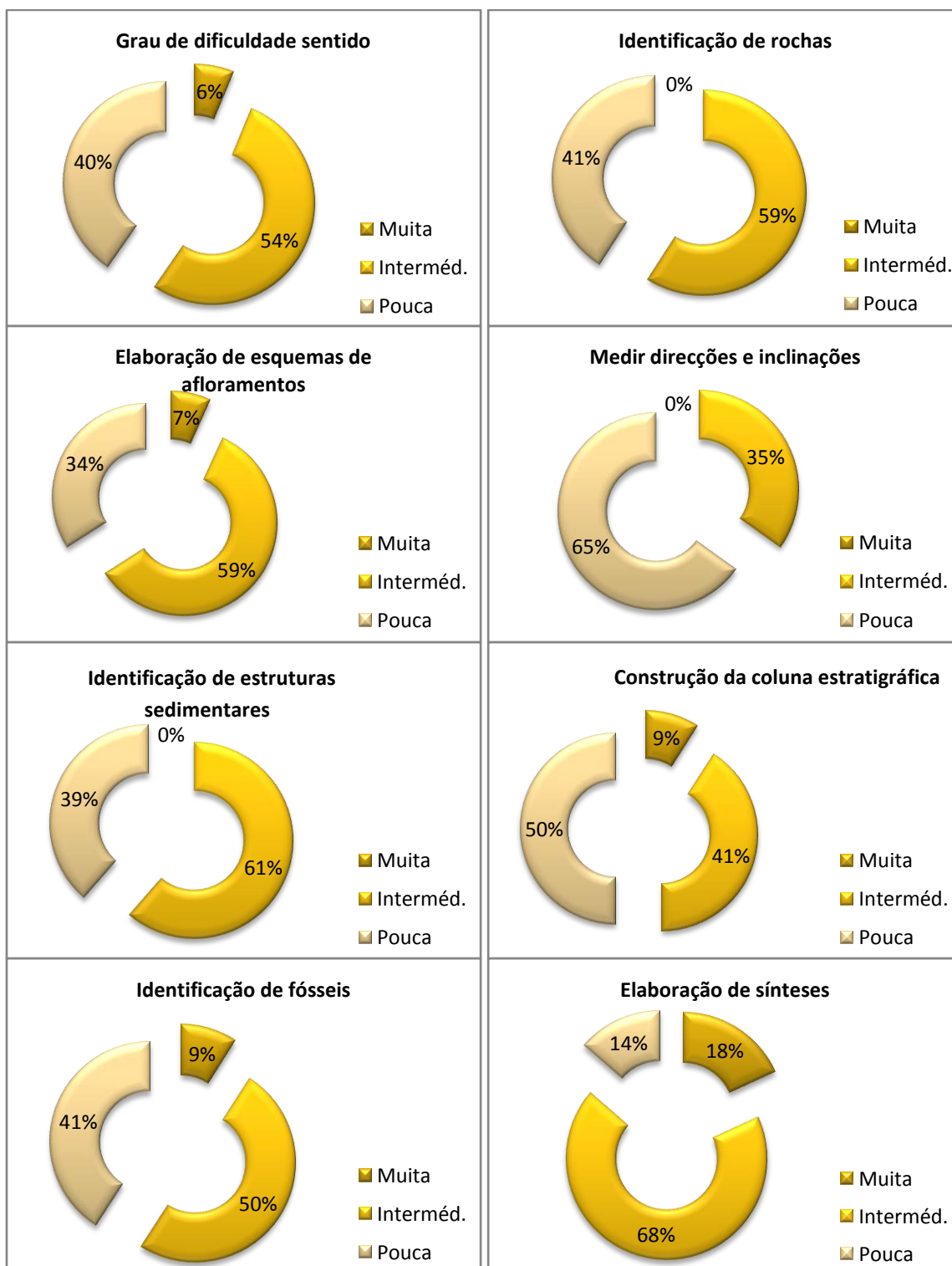


Gráfico 26 - «Das actividades propostas no roteiro indique o grau de dificuldade que sentiu ao realizá-las.» (n=49).

Os alunos avaliaram quer o seu desempenho quer o do seu grupo em Bom (62%); só 2% consideraram ter sido insuficiente (gráfico 27).

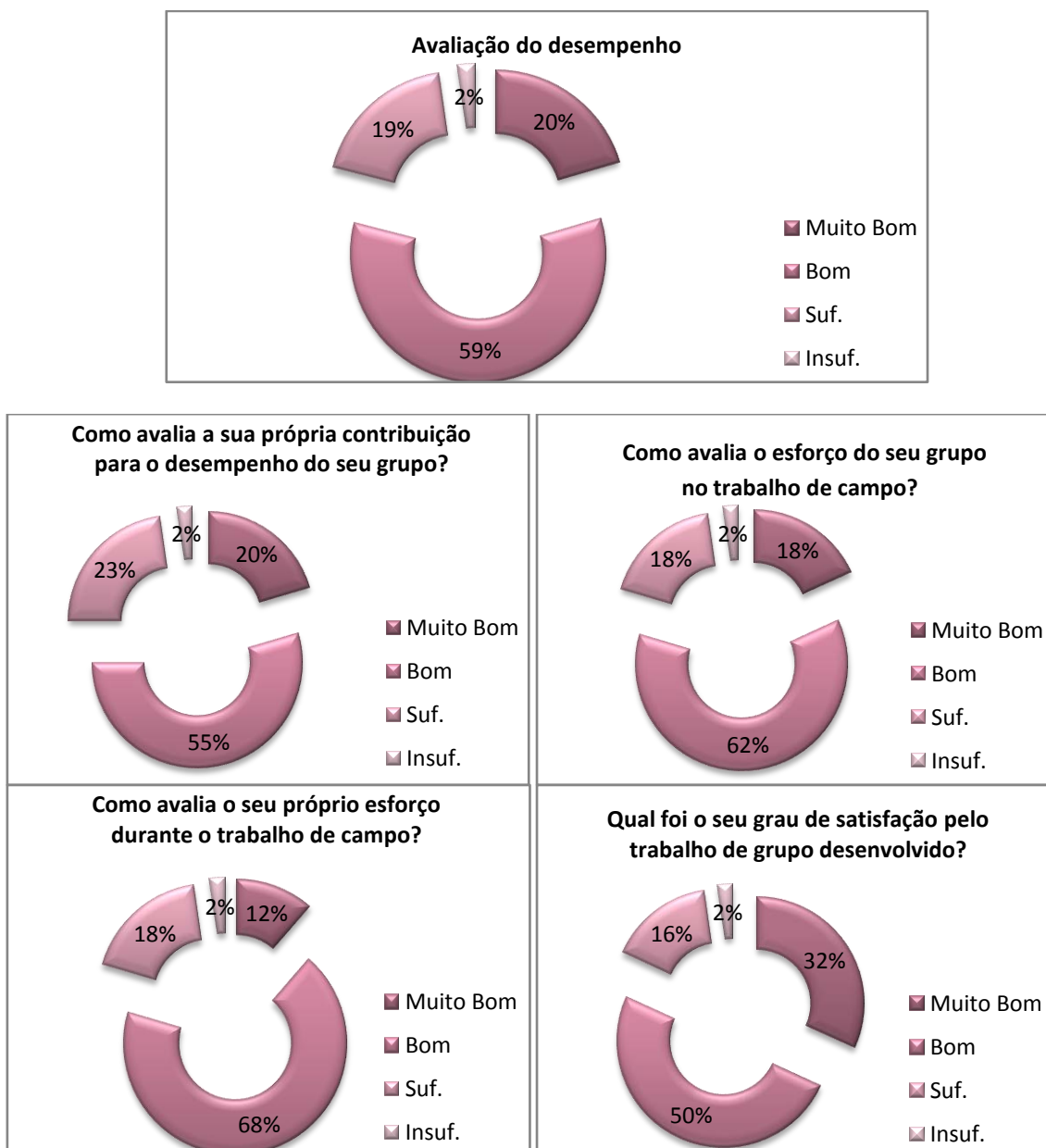


Gráfico 27- Avaliação do trabalho desenvolvido e campo (n=49).

### 5.3 Avaliação das actividades desenvolvidas pós-saída de campo

As actividades desenvolvidas na fase pós-saída de campo, segundo os alunos, atingiram os objectivos propostos, já que permitiram “Efectuar estudos laboratoriais de pormenor que não eram possíveis de realizar no campo”, “ Compilar dados e partilhar informação” e “Retirar conclusões relativas aos fenómenos geológicos estudados”. As actividades “Esclarecer dúvidas que não foi possível esclarecer no campo” e “Efectuar uma síntese sobre o Trabalho de Campo” foram aquelas que menos satisfizeram os alunos (gráfico 28).

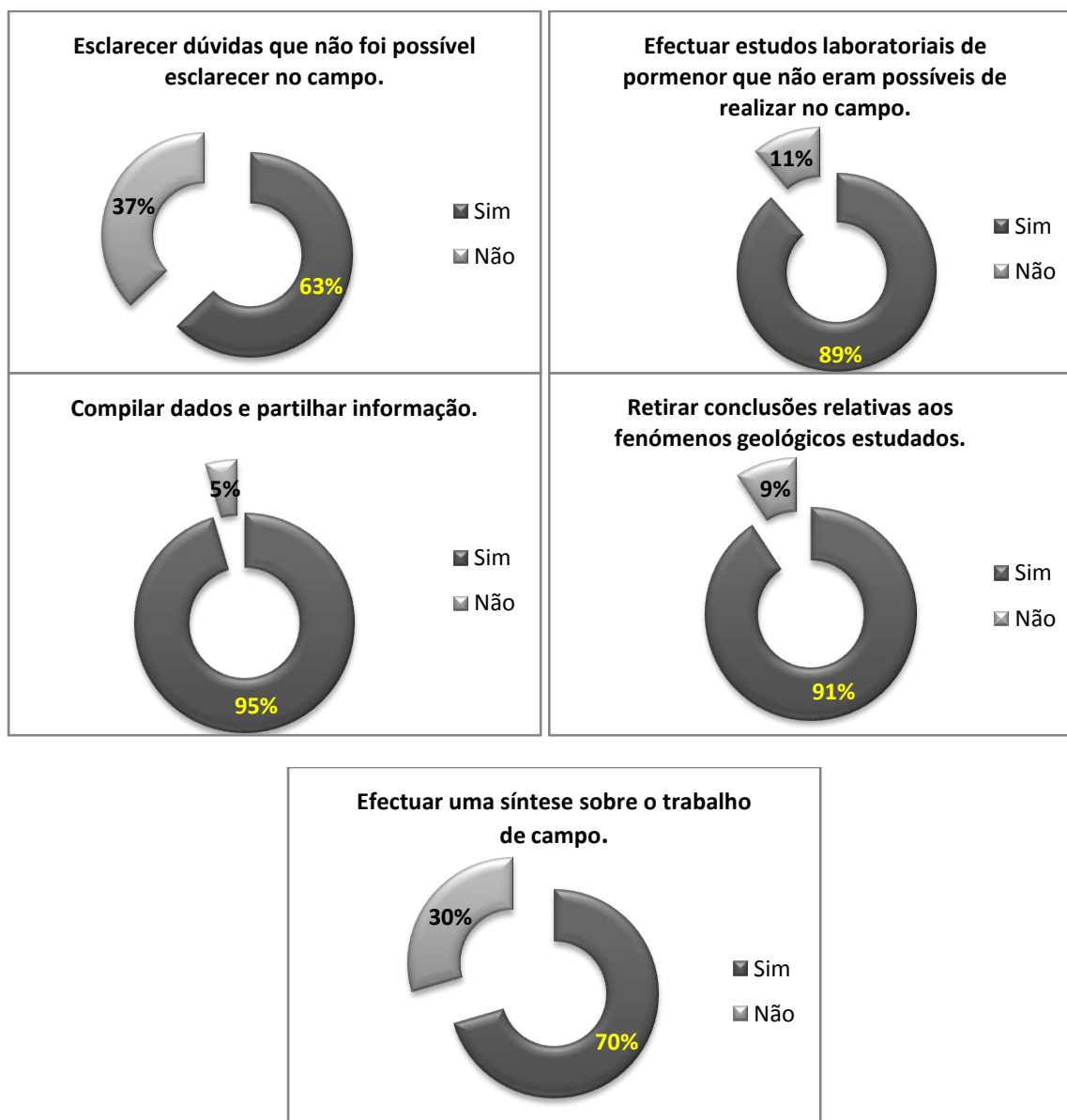


Gráfico 28 – Avaliação das actividades desenvolvidas pós-saída de campo (n=49).

#### 5.4 Avaliação do Trabalho de Campo

Quando os alunos foram inquiridos sobre a utilidade do Trabalho de Campo na sua aprendizagem, as respostas foram coincidentes com os resultados de vários trabalhos de investigação (Dourado e Sequeira, 2001; Morgado *et al.*, 2001; Dourado, 2006).

À questão “O Trabalho de Campo mostrou-me fenómenos geológicos que já haviam sido estudados na aula”, 98% dos alunos acharam que o mesmo lhes proporcionou o contacto com o “real”. Apesar de já conhecerem os conceitos abordados durante a actividade, 59% dos alunos discordaram da afirmação “ O que aprendi a partir

do Trabalho de Campo não tinha sido previamente estudado com detalhe”; no entanto, mesmo assim, 80% considera que “O Trabalho de Campo deu-me informações que não conhecia anteriormente”, apesar de 30% considerarem que “As informações obtidas no campo eram bastante confusas” (gráficos 29 e 30).

De entre os alunos inquiridos, 39 % considera que “ O que aprendi com o Trabalho de Campo podia ter sido aprendido a partir dos livros” e cerca de 2% considera que “ O Trabalho de Campo não me deu indicações claras acerca de processos geológicos” (gráfico 30).

A maioria dos alunos valorizou o Trabalho de Campo, pois 71% concordou com a afirmação “ Penso que aprendo melhor a partir do Trabalho de Campo do que aprendo na sala de aula”, apesar de 5% discordar totalmente, e 65% discorda da afirmação “O tempo despendido no Trabalho de Campo podia ser mais bem aproveitado em outras actividades de aprendizagem” (gráfico 30).

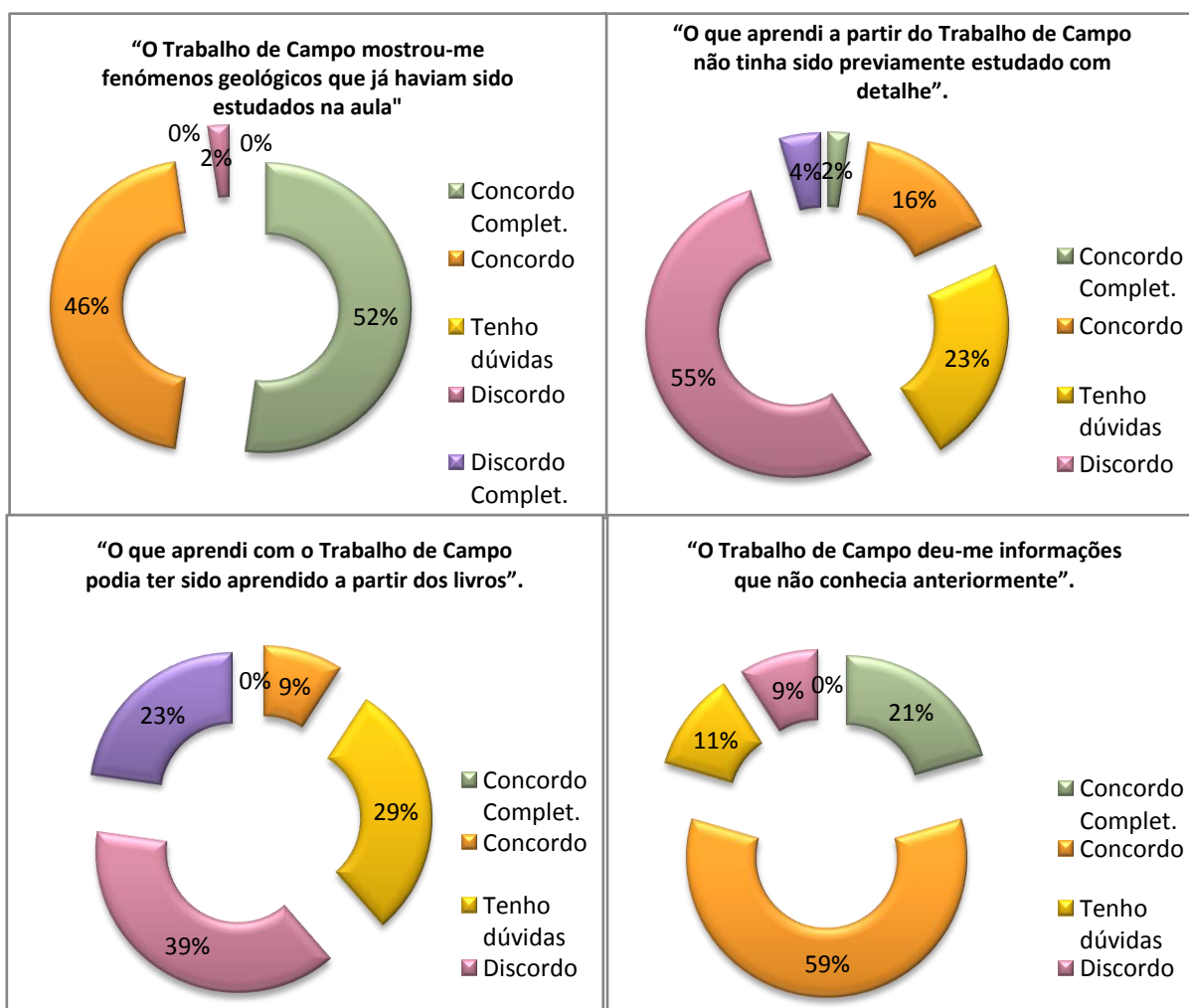


Gráfico29 – Importância do Trabalho de Campo na aprendizagem dos alunos (n=49).



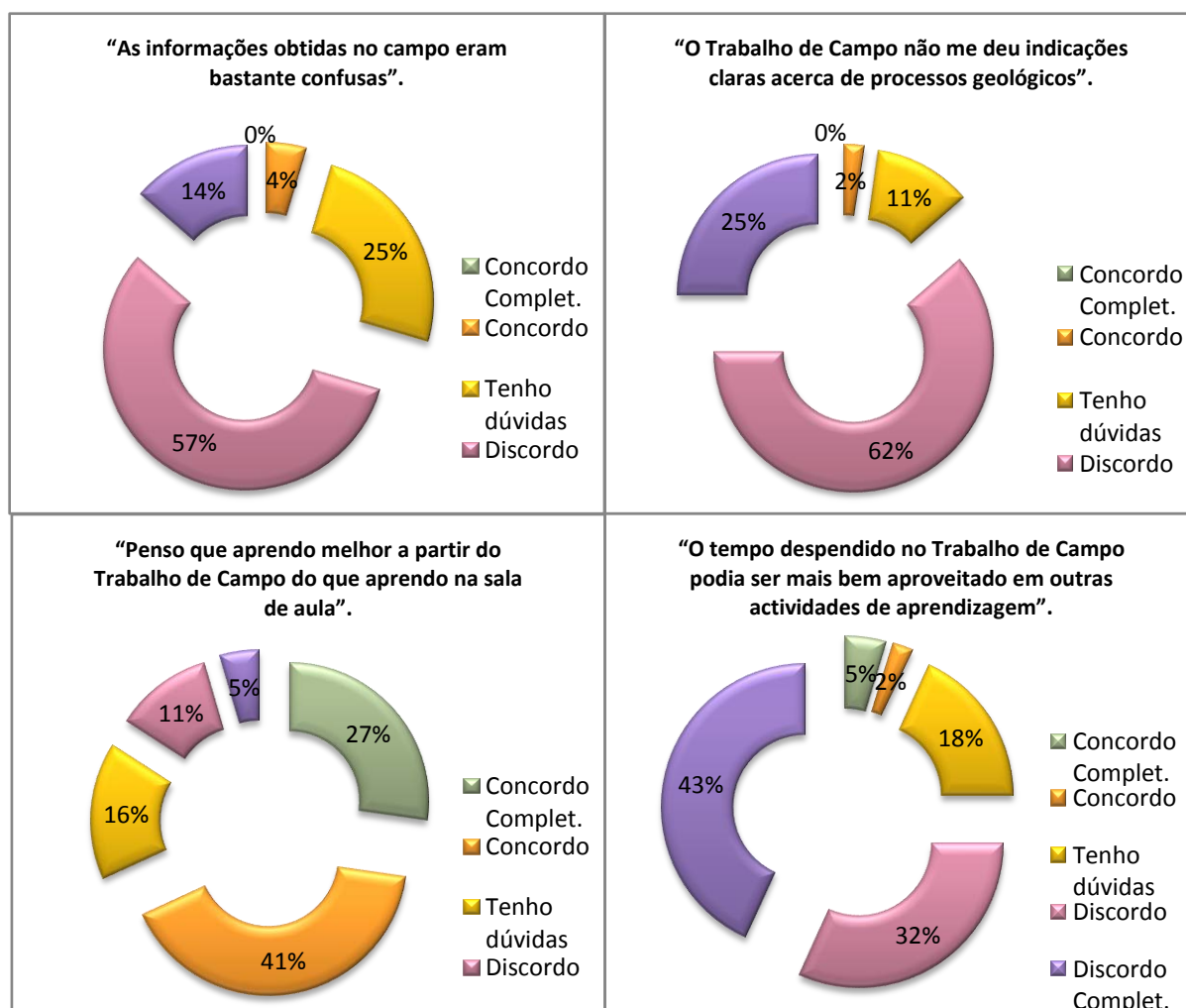


Gráfico 30 – Importância do Trabalho de Campo na aprendizagem dos alunos (n=49).

O Trabalho de Campo “ ... quando comparado com as actividades de sala de aula, aumentou o meu interesse pelas Ciências Naturais” é a resposta de 56% dos alunos, apesar de 14% discordar (gráfico 30). A opinião dos alunos é unânime quanto a: “ O Trabalho de Campo dá-me a oportunidade de trabalhar com os meus amigos” e “Com o Trabalho de Campo conheço a natureza através da observação” (gráfico 31 e 32).

As opiniões dividem-se quanto a: “Quando faço Trabalho de Campo estou a ir ao encontro dos meus interesses” e “A questão interessante do Trabalho de Campo é que posso trabalhar de forma autónoma”; para a primeira afirmação a explicação poderá ser que a área da geologia só é preferida por cerca de 25% dos alunos; para a segunda afirmação, os alunos sentiram alguma dificuldade em trabalharem de forma autónoma visto que 88% dos alunos nunca tinha participado neste tipo de actividades (gráfico 32).

Cerca de 80% dos alunos considera que “O Trabalho de Campo dá-me mais possibilidades de trabalhar com colegas do que o trabalho feito na sala de aula” e “O Trabalho de Campo é um bom processo para eu ficar a conhecer problemas ambientais”, apesar de 9% dos alunos considerarem “O Trabalho de Campo é muito aborrecido”.

Só cerca de 14% dos alunos pensa que “É impossível aprender acerca dos fenómenos geológicos sem Trabalho de Campo”; no entanto 39% dos alunos não concorda com a afirmação “O Trabalho de Laboratório é tão interessante como o Trabalho de Campo” (gráfico 32).

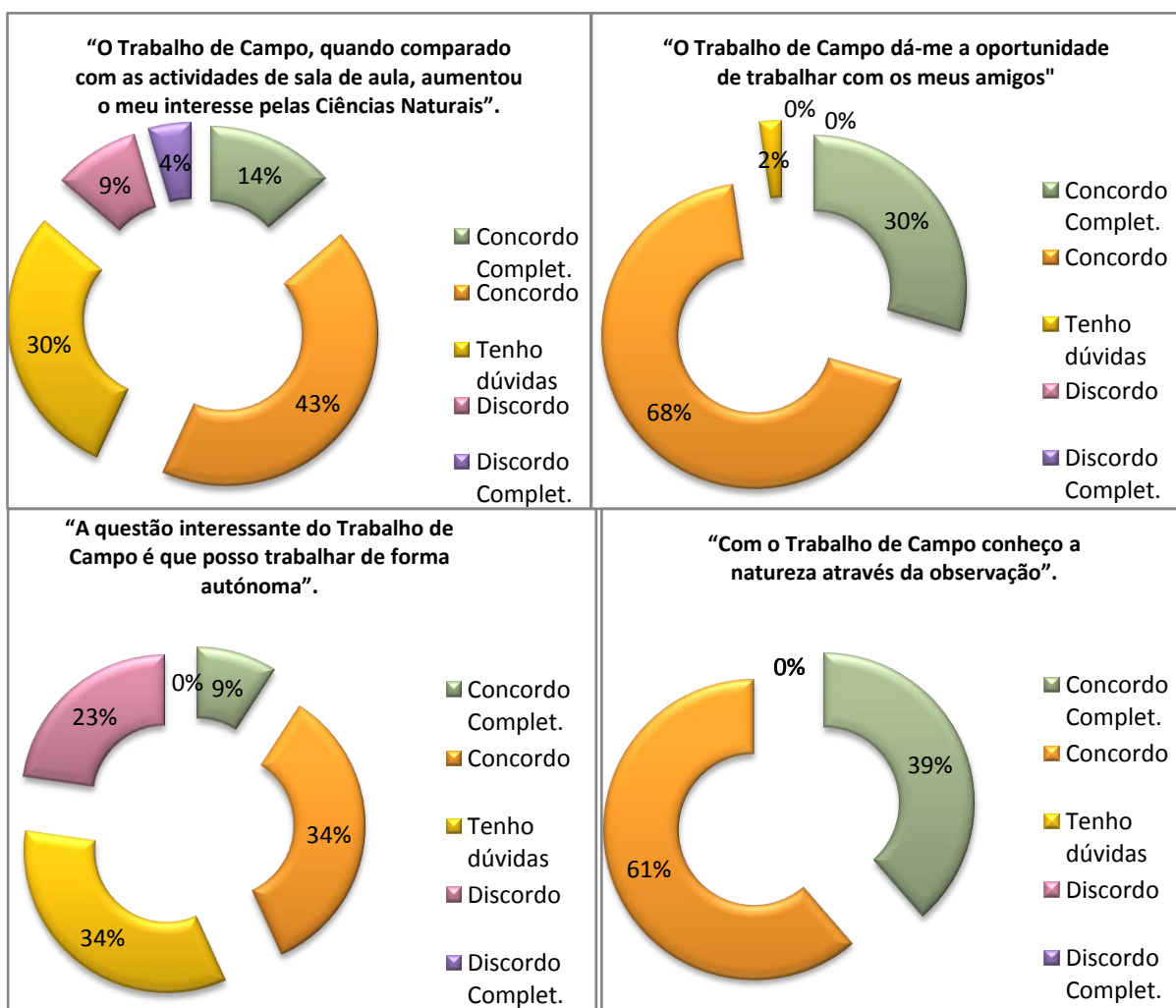


Gráfico 31 – Atitudes dos alunos perante o trabalho de campo (I).

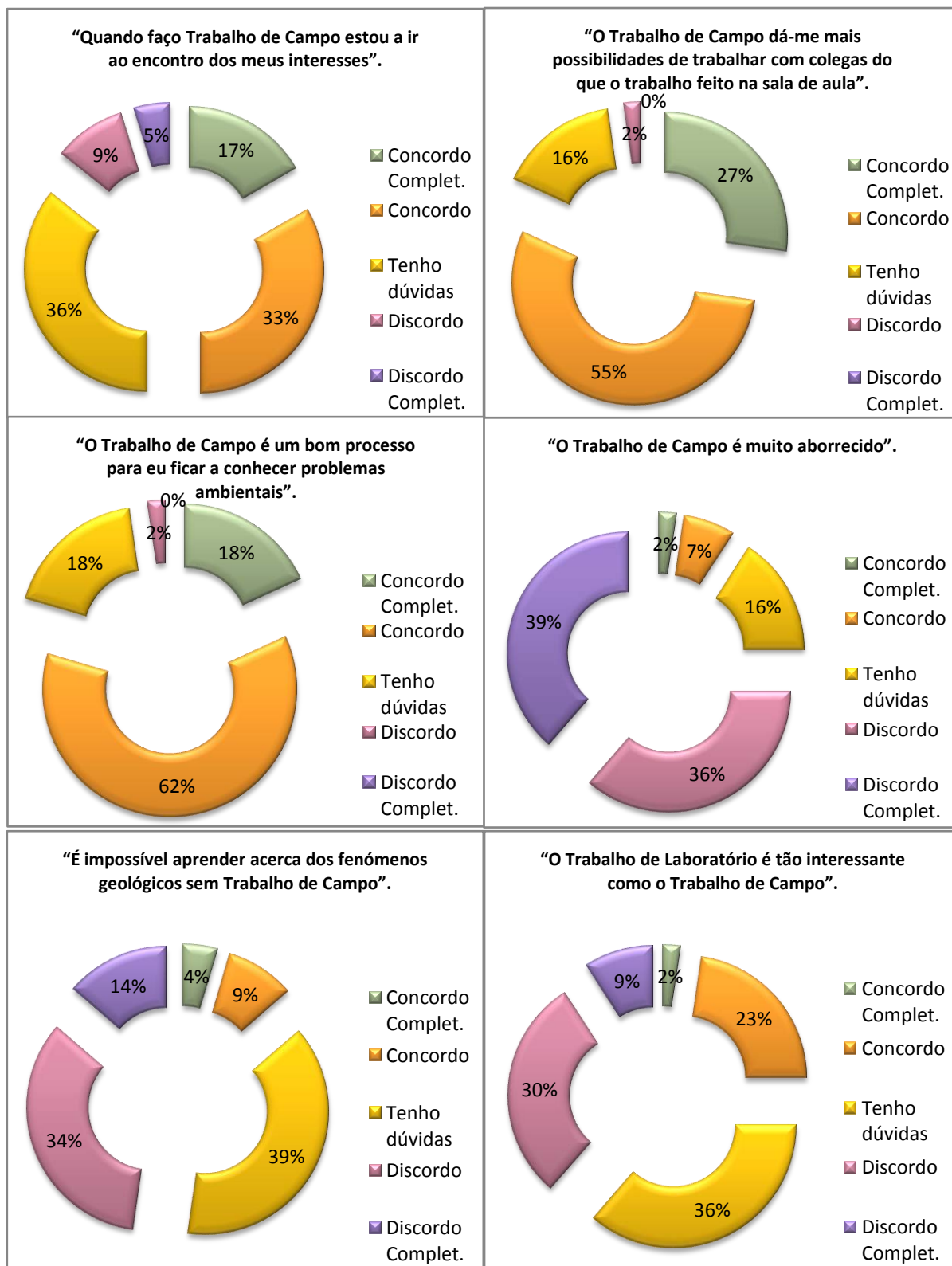


Gráfico 32 – Atitudes dos alunos perante o trabalho de campo (II).

Conhecer a região onde vive para preservar o património local e aumentar o seu grau de conhecimentos são aspectos relevantes para os alunos (gráfico 12); apesar de a maioria dos alunos nunca ter realizado trabalho de campo a opinião prevalecente, na maioria dos alunos, era a de que seria uma actividade que facilita a aprendizagem e permite “ver as coisas a acontecer”, motivo pelo qual estavam muito ansiosos e expectantes em relação ao Trabalho de Campo em que iriam participar (gráficos 9 e 10); as actividades de pré-saída de campo, ao permitirem uma preparação para as actividades a realizar e informação sobre o local e as condições onde iria decorrer, diminuiu o espaço novidade (gráficos 18 e 20).

Apesar das dificuldades que os alunos sentem para realizar as tarefas inovadoras estes não se desmotivaram e empenharam-se no trabalho (gráficos 26 e 27); consideraram que o Trabalho de Campo, além de ser um reforço das aprendizagens efectuadas em sala de aula, permitiu adquirir novas informações, conhecer a natureza, compreender melhor os fenómenos geológicos, considerando-o insubstituível (gráficos 28, 29, 30, 31 e 32).

A avaliação que os alunos fizeram das actividades desenvolvidas é reveladora de que o Trabalho de Campo, se devidamente preparado e implementado, é uma estratégia de grande valor pedagógico, pois permite que os alunos se envolvam, de modo excepcional, em todas as tarefas, permitindo-lhes desenvolver múltiplas competências.





## VI. Conclusões e Limitações

### VI.1. Conclusões e Limitações

---

O Ensino por Pesquisa apela à inter e transdisciplinaridade, à abordagem de situações–problema do quotidiano, numa perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), ao pluralismo metodológico a nível de estratégias de trabalho e a uma avaliação formadora envolvendo todos os intervenientes no processo de ensino-aprendizagem, o que implica um aprofundar mais qualitativo dos conteúdos numa adequada articulação em corpos coerentes de conhecimentos, um melhor conhecimento dos problemas e da sua origem, fomentando e permitindo ainda o desenvolvimento da construção desses conhecimentos (Cachapuz *et al.*, 2002).

Se, segundo Orion (1988), a Educação em Ciências deve contemplar uma abordagem holística dos diferentes ambientes de aprendizagem, o Trabalho de Campo, permitindo um conjunto de trabalhos diversificados, assume-se como um importante recurso didáctico, pois possibilita a execução de trabalhos de pesquisa, actividades experimentais e laboratoriais, a manipulação dum sem números de ferramentas, algumas pouco usuais no processo de ensino-aprendizagem, permitindo, em simultâneo, sair do espaço condicionado de sala de aula, permitindo a aquisição de competências conceptuais, procedimentais e atitudinais (Dourado, 2006).

Num ensino em que se pretende envolver cada vez mais o cidadão, aqui o aluno, proporcionar-lhe formas e espaços alternativos de aprendizagem, nada melhor do que aprender com o suporte físico existente na região, para que possam conhecer e compreender a história encerrada no «livro de pedra», que os acompanha todos os dias.

O objectivo do presente trabalho era construir materiais didácticos inerentes à implementação do Trabalho de Campo enquadrado nos pressupostos anteriores.

Numa primeira fase efectuou-se uma revisão de literatura, reconhecimento e selecção dos afloramentos e exploração das suas potencialidades didácticas; uma das dificuldades sentidas foi desconhecer-se estudos geológicos da região da Maceira (Torres Vedras), elaborados de tal modo que permitisse uma construção directa de materiais

didácticos aplicáveis a alunos; assim, o tempo despendido nestas tarefas foi necessariamente longo.

Numa segunda fase, procedeu-se à elaboração de materiais didácticos, para actividades de pré, durante e pós-saída de campo, com o objectivo de desenvolver competências que permitiram, aos alunos, maximizar o Trabalho de Campo, integrado curricularmente na disciplina de Biologia e Geologia de 11º ano na temática – Principais etapas de formação das rochas sedimentares. Rochas sedimentares. As rochas sedimentares, arquivos históricos da Terra.

Com os materiais construídos pretendeu-se proporcionar aos alunos uma visão holística do tema fazendo também uma transdisciplinaridade com os assuntos já abordados no 10º ano na disciplina de Biologia e Geologia e a interdisciplinaridade com outras disciplinas do currículo, nomeadamente, as disciplinas de Português e Físico-química.

Uma das estratégias utilizadas nas actividades de pré-saída de campo, pesquisa em documentos, subordinada ao tema “A Geologia, o Homem e a Região”, proporcionou aos alunos um contacto com a região, proporcionando-lhes a percepção que os aspectos geológicos de uma região podem influenciar o seu desenvolvimento a nível histórico, económico e social (gráfico 17).

As actividades práticas desenvolvidas no intuito de dotar os alunos de competências específicas para as tarefas a realizar durante a saída de campo atingiram os seus objectivos, segundo a maioria dos alunos, embora a avaliação de algumas actividades não fosse tão consensual (gráfico 18 e 19).

A aula reservada à apresentação do itinerário, que tinha como objectivo fazer diminuir o efeito de espaço novidade, permitiu um prévio conhecimento/preparação para as actividades e vicissitudes do Trabalho de Campo a nível procedimental, psicológico e geográfico, embora os alunos tenham ficado insatisfeitos com os indicadores de tempo fornecidos (gráfico 20).

Em relação à saída de campo podem-se referir alguns aspectos positivos, na opinião dos alunos, como, por exemplo, a interligação dos conceitos abordados em sala de aula e no campo, a elaboração do roteiro, material de apoio e o apoio do professor da disciplina (gráfico 21, 22, 23 e 24). No entanto, há a referir que os professores acompanhantes consideraram o tempo de duração da saída de campo um pouco longo o que provocou, em alguns momentos, uma certa desmotivação nos alunos. Este deverá ser um aspecto a ter em conta numa futura aplicação dos roteiros propostos.

O facto de se ter distribuído um roteiro por grupo de alunos, proporcionou-lhes um trabalho em grupo, mas desresponsabilizou alguns elementos. A decisão por esta opção esteve relacionada com limitações financeiras, pois os alunos têm de onerar toda e qualquer actividade que se desenvolva fora das salas de aula, uma vez que as escolas não têm verbas para financiar despesas inerentes a este tipo de actividades.

A elaboração de um roteiro para professores teve como objectivo principal permitir o apoio dos alunos pelo professor acompanhante, visto que este não pode ser da mesma área disciplinar e, por outro lado, fornecer informação de modo sistematizado a futuros utilizadores destes roteiros, facilitando a tarefa da preparação do Trabalho de Campo a professores que eventualmente o desejem pôr em prática.

A maioria dos alunos da amostragem considerou que o trabalho de campo permitiu um aprofundamento e uma ampliação dos assuntos abordados em sala de aula, que aprendeu melhor a partir do trabalho de campo do que com os livros, aumentando o seu interesse pelas Ciências Naturais e possibilitando-lhes desenvolver um trabalho de forma autónoma (gráficos 28, 29, 30, 31 e 32).

A comunicação à comunidade escolar dos trabalhos desenvolvidos possibilitou, além da sua valorização, o conhecimento e a utilização de técnicas de comunicação, uma outra competência que, embora não sendo específica do curso em que os alunos estão inseridos, será uma mais-valia para o seu futuro.

Apesar de representar uma actividade bastante trabalhosa para os professores, em termos de preparação, e para os alunos, pois passam de agentes passivos, atitude tão cómoda para estes, a agentes activos, ficou expresso nos resultados dos questionários que foi uma actividade gratificante para os agentes do binómio Aluno / Professor.

Uma das dificuldades sentidas, enquanto decorria este trabalho de investigação, foi o facto de se manter, em simultâneo, as obrigações docentes com duas turmas de 11º Ano do ensino secundário e cumprindo outras obrigações a que um horário completo obriga.

Deste facto, surge uma outra limitação que resulta da ambiguidade do duplo papel de investigadora e professora das turmas a que foram aplicados os materiais didácticos elaborados. O envolvimento emocional nas tarefas desempenhadas e na respectiva avaliação podem ter resultado em omissões involuntárias de factos ou numa avaliação um pouco menos fria, facto que poderá ser melhor avaliado por um elemento externo, embora se tenha tentado, nos momentos mais importantes, um distanciamento considerado razoável.

Outro ponto, não menos importante, apesar de não estar relacionado directamente com o estudo, é que os alunos envolvidos foram alvo na disciplina de Biologia e Geologia, ao longo do ano lectivo, de dois testes intermédios e de um exame final, a nível nacional, cuja nota poderá ser decisiva para o ingresso no ensino superior e, consequentemente, do seu futuro profissional; logo a gestão do tempo teve de ser extremamente cuidadosa e, por esses factos, a Saída de Campo só pode ser realizada após a leccionação total dos conteúdos: 1. Ocupação antrópica e problemas de ordenamento e 2. Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres, do Tema IV – Geologia, problemas e materiais do quotidiano, levando a um ligeiro desfasamento entre os conteúdos teóricos e a sua abordagem no campo. Inclusive, as aulas para desenvolver as actividades pré-saída e pós saída de campo foram afectadas.

A utilização da geologia da região de Torres Vedras permitiu envolver os alunos ao nível dos afectos, apropriando-se do espaço, pois, verificou-se que, enquanto alguns estavam curiosos por conhecer os aspectos geológicos da região, outros mostravam-se orgulhosos por ser aquela a área da sua residência, que melhor julgavam conhecer, mas todos eles sentindo que a sua região estava a ser “folheada” e valorizada.

A aplicação dos saberes teóricos à “sua” realidade, permitindo-lhes serem, até, veículos de transmissão informal de conhecimentos geológicos, poderá ser uma mais-valia num momento em que se pretende uma Sociedade cada vez mais informada e formada, consciente do valor do seu património, seja ele económico, histórico e porque não biológico e geológico também.

Apesar da implementação do Trabalho de Campo não ser uma prática inovadora, foi um trabalho realizado pela primeira vez pela professora investigadora e pelos alunos, permitindo, a todos, a aquisição de competências essenciais à melhoria do desempenho profissional e pessoal.

Convém lembrar que o professor, em muitos casos, não por desconhecimento científico, mas por “medo” de ser confrontado com a “prática de campo”, não avança, defendendo-se com o espaço “sala de aula”.

Pelo exposto anteriormente, o presente trabalho pretende ser uma humilde contribuição para a divulgação do património geológico, numa linguagem acessível aos alunos e porque não à curiosidade dos simples cidadãos. Também pretende ser uma ferramenta didáctica fácil de utilizar por professores, que tantas vezes se debatem com falta de formação específica, pois a Geologia “teórica” é fácil de aprender nos livros, mas a Geologia “prática” não, resultando no facto de muitos professores desta área terem

dificuldades em pegarem no “martelo e na bússola”, relegando as saídas de campo para segundo plano ou mesmo não as pondo em prática.

### *VI.2. Sugestões para Trabalhos Futuros*

---

Um trabalho de investigação não tem valor se ficar guardado num qualquer arquivo. Deste modo, a futura divulgação deste estudo poderá contribuir para a divulgação de Aspectos Geológicos da Região da Maceira (Torres Vedras), quer junto dos professores e alunos, e da população em geral, contribuindo para o enriquecimento científico de todos.

Uma outra sugestão seria sensibilizar para uma colaboração mais próxima dos professores do ensino não superior com os do ensino superior, no sentido de se construírem materiais didácticos acessíveis aos primeiros, melhorando a prestação do professor e os resultados dos alunos, aqui considerados também como futuros cidadãos intervenientes na sociedade.

A formação de professores por instituições de Ensino Superior deveria ser uma prioridade, visto que o contacto com especialistas nas diferentes áreas, quer científicas quer didácticas, conduz necessariamente a uma mudança de atitude nas práticas lectivas e, conseqüentemente, a uma melhoria do processo de ensino-aprendizagem.

A elaboração de outros roteiros na região poderá ser uma mais-valia para o próprio e para os docentes, de um modo geral, pois, convém não esquecer, o professor, não por desconhecimento científico ou por desvalorizar o Trabalho de Campo, mas por “medo” de ser confrontado com a “prática de campo”, não avança, defendendo-se com o espaço “sala de aula”.



## BIBLIOGRAFIA

- Aires-Barros, L. (1979). *Actividade ígnea pós-paleozóica no continente português (elementos para uma síntese crítica)*. In Ciências da Terra 5, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Faculdade Nova de Lisboa, Lisboa, p. 175-214
- Almeida, C., Mendonça, J. J. L., Jesus, M. R., & Gomes, A. J., (2000). *Sistemas Aquíferos de Portugal Continental*. Instituto da Água, Centro de Geologia, p. 134-155, in [http://snirh.inag.pt/snirh/download/aquiferos PortugalCont/Introducao Orla Ocidental.pdf](http://snirh.inag.pt/snirh/download/aquiferos%20PortugalCont/Introducao%20Orla%20Occidental.pdf) (consultado na internet em 23/9/2007)
- Amador, F. (coord.), Silva, C., Baptista, J. & Valente, R. (2003). *Programa de Biologia e Geologia, 11º Ano (Componente de Geologia)*. Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação, p. 48
- Amparo, A., Gramaxo, F., Santos, M. & Mesquita, A. (2003). *Terra, Universo da Vida*, 1ª Parte Geologia, Biologia e Geologia 10º Ano. Porto Editora, Porto, p. 256
- Amparo, A., Gramaxo, F., Santos, M., Mesquita, A. (2004). *Terra, Universo da Vida*, 2ª Parte Geologia, Biologia e Geologia 11º Ano. Porto Editora, Porto, p. 208
- Andrade, C. F. (1933). *O Hetangiano de Santa Cruz, do Vimeiro, dos Cucos, e de Serro Ventoso e algumas considerações sobre os vales tifónicos*. Boletim do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Nº 2, p. 119-132
- Azerêdo, A., Duarte, L., Henriques, M. & Manuppella, G. (2003). *Da dinâmica continental no Triásico aos mares do Jurássico inferior e médio*. Cadernos de Geologia de Portugal, Instituto Geológico e Mineiro, 43 p.
- Azevedo, M. (2007). Apontamentos da disciplina Geologia de Portugal. 3, Universidade de Aveiro, (não publicado)
- Azevedo, M. (2007). Apontamentos da disciplina Geologia de Portugal. 8, Universidade de Aveiro (não publicado)
- Azevedo, M. (in <http://vimeiro.innovagency.com/vimeiro/PresentationLayer/ResourcesUser/Captacao.swf>) (consultado na internet em 9/9/2007)

Bernardes, C. (1992). *A sedimentação durante o jurássico superior entre o Cabo Mondego e o Baleal (Bacia Lusitana): modelos deposicionais e arquitectura sequencial*. Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, p. 260

Boulvain, F.(2008). *Introduction à la cartographie géologique*. Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université de Liège in <http://www.ulg.ac.be/geolsed/carto/carto.htm> (consultado em 25-01-2008)

Boulvain, F.(2008). *Introduction à la cartographie géologique*. Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université de Liège in <http://www2.ulg.ac.be/geolsed/carto/carto.htm#Interprétation%20stratigraphique>: (consultado em 23-02-2008)

Brito, L. (2007). *Actividades educativas para a conservação da avifauna: um contributo para a educação ambiental no parque urbano de Viana do Castelo*. Dissertação de Mestrado em Ciência do Ambiente, Universidade do Minho, p. 196, in <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/7106> (consultado na internet em 16/7/2008)

Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2002). *"Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências"*. Lisboa, Ministério da Educação

Callapez, P. (2006). *A Bacia Lusitaniana: Evolução paleogeográfica pós-rift (Cretácico Superior)* In: Dias, R., Araújo, A., Terrinha, P. e Kullberg, J.C. (Eds.), *Geologia de Portugal no contexto da Ibéria*, Universidade de Évora, Évora, p.359-361.

Chaminé, H. I., Fonseca, P. E., Carvalho, J. M., Azevedo, M., Gomes, A. & Teixeira, J. (2004). *Geometria, cinemática e dinâmica diapírica da morfoestrutura do Vimeiro (Torres Vedras, Portugal Central): Implicações para um modelo hidrogeológico*. Caderno Laboratorio Xeolóxico de Laxe, Revista de Xeoloxía Galega e do Hercínico Peninsular. Coruña Vol. 29, p. 7-28 in <http://www.udc.es/iux/almacen/cadernos/Caderno29.pdf> (consultado na internet em 1/11/2007)

Corrales, I., Rosell, J., Sanchez, L., Vera, J. & Vilas, L. (1997). *Estratigrafía*. Madrid, Editorial Rueda, pp. 718

Del Carmen, L. & Pedrinaci, E. (1997). *El uso del entorno y el trabajo de campo*. In *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*, Carmen (Coord.), I.C.E. ,Universitat Barcelona, Editorial Horsori. p. 21

Dias, N. & Simões, A. (2006). *Torres Vedras em Números*. Câmara Municipal de Torres Vedras, (1ª edição), Edição Câmara Municipal de Torres Vedras

Díaz, M. (1984). *Sedimentación fluvial*. in Ciclo de Seminarios de Sedimentología, Gabaldon (Coord.) I.G.M.E. Vol 1, Ministerio de Industria y Energía, Madrid, p. 194

Dourado, L. (2006). *Concepções e práticas dos professores de Ciências Naturais relativas à implementação integrada do trabalho laboratorial e de campo*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 5 Nº 18, p. 192- 212

Dourado, L. & Sequeira, M. (2001). *O Trabalho Laboratorial e de Campo e o Ensino Das Ciências Naturais*. Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, IX Encontro Nacional de Educação em Ciência na Escolaridade Básica, Viseu, p. 11 in <http://www.esev.ipv.pt/cn/Actas/index.htm> (consultado na Internet em 29/2/2008)

Eléments de Sédimentologie et de Pétrologie Sédimentaire Université de Liège, Faculté des Sciences, Département de Géologie, in <http://www.ulg.ac.be/geolsed/sedim/sedimentologie.htm#SABLES%20ET%20GRAVIERS> (consultado na Internet em 1/2/2008)

España, E., Preto, T. & González, F. (2004). «Juego de rol sobre los alimentos transgénicos, un recurso didáctico CTS». in I. P. Martins, F. Paixão & R. Vieira (Eds), *Perspectivas Ciência – Tecnologia – Sociedade na Inovação da Educação em Ciência*, Actas do III Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências, Universidade de Aveiro, p. 301-304

Ferreira, S. (2007). *A Evolução da Geosfera como Contributo e Suporte para a Vida*. Dissertação de Mestrado em Evolução e Origem da Vida Universidade do Minho, p. 215, in <http://repositorium.sdum.uminho.pt/dspace/bitstream/1822/7392/1/EGCSV.pdf> (consultado na internet em 19/7/2008))

Fonseca, P., Barreiras, S. & Vasconcelos, C. (2005). *Trabalho Experimental no Ensino da Geologia: Aplicações da Investigação na sala de aula*. in *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra. VII Congreso, p. 5, in [http://ensciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/material/comuni\\_orales/2\\_Proyectos\\_Curri/2\\_2/Fonseca\\_232.pdf](http://ensciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/material/comuni_orales/2_Proyectos_Curri/2_2/Fonseca_232.pdf) (consultado na internet em 18/7/2008)

Fontes, J. L. I. (coord.) (2002). *A dos Cunhados - Itinerários da Memória*. Edição Pró – Memória – Associação Cultural e Etnológica de A dos Cunhados, p. 576

Galopim de Carvalho, A.M. (2002). *Introdução ao estudo do Magmatismo e das Rochas Magmáticas*. Âncora Editora, Lisboa, p.435

Galopim de Carvalho, A.M. (2003). *Geologia Sedimentar*, volume I – Sedimentogénese. Âncora Editora, Lisboa, p. 444

Galopim de Carvalho, A.M. (2006). *Geologia Sedimentar*, volume III – Sedimentogénese. Âncora Editora, Lisboa, p. 332

Galvão, C., Reis, P., Freire, A. & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em Ciências. Sugestões para professores dos Ensinos Básicos e Secundário*. Porto, Edições Asa

Hill, G. (1988). *The sedimentology and lithostratigraphy of Upper Jurassic Lourinhã Formation*, Lusitanian Basin, Portugal. Ph. D Thesis, Open University, Milton Keynes, U.K, p. 290

Kullberg, J. C. (2000). *Evolução tectónica da Bacia Lusitaniana*. Tese de Doutoramento Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, p.280

Kullberg, J. C., Rocha, R., Soares, A. F., Rey, J., Terrinha, P., Callapez, P. & Martins, L. (2006). *A Bacia Lusitaniana: Estratigrafia, Paleogeografia e Tectónica*. . In: Dias, R., Araújo, A., Terrinha, P. e Kullberg, J.C. (Eds.), *Geologia de Portugal no contexto da Ibéria*, Universidade de Évora, Évora, 317-368.

Lock, R. (1998). *Fieldwork in life sciences*. International Journal of Science Education, p. 9

Manuppella, G., Antunes, M. T., Pais, J., Ramalho, M. M. & Rey, J. (1999). *Notícia Explicativa da folha 30-A Lourinhã*. Instituto Geológico e Mineiro, Ministério da Economia, Lisboa, p. 83

Marques, L., Praia, J. & Trindade, V. (2001). *Situação da educação em Geociências em Portugal: Um confronto com a investigação didáctica*. in *Geociências nos Currículos dos Ensinos Básico e Secundário*, Aveiro, Universidade de Aveiro, p. 17 – 38

Mateus, A. (2001). *Perspectivas actuais da Geologia; sua importância educativa*. in *Ensino Experimental das Ciências (Re)Pensar o Ensino das Ciências*, Edição Ministério da Educação, p. 107 – 128

Medina, J., Morgado, M. & Marques, L. (2006). *Livro Guia de Campo*. Simpósio Ibérico do Ensino da geologia, XXVI Curso de Actualização de Professores de Geociências, Universidade de Aveiro, Portugal

Mayer, V. (2001). *A alfabetização global em ciências no currículo da escola secundária*. in *Geociências nos Currículos dos Ensinos Básico e Secundário*, Aveiro, Universidade de Aveiro, p. 169 – 189

Morgado, M., Rebelo, D., Soares de Andrade, A. & Marques, L.(2001). *O Trabalho de Campo no Ensino/Aprendizagem da Geologia: Exemplos de Materiais Didácticos para a Serra do Caramulo e Serra da Boa Viagem*. IX Encontro Nacional de Educação em Ciência

na Escolaridade Básica, Viseu, p. 13, in <http://www.esev.ipv.pt/cn/Actas/artigo25.htm> (consultado na Internet em 19/1/2008)

Nardo, A. (2000). *Guida all' uso della bussola*. in [http://www.anisn.it/geologia2000/A\\_bussola.html](http://www.anisn.it/geologia2000/A_bussola.html) (consultado em 23-02-2008)

Nieda, J. R. (1994). *Algunas minucias sobre los trabajos prácticos en la Enseñanza Secundaria*. Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales – Los trabajos prácticos, 2, p. 5

Orion, N. (1993). *A model for the development and implementation of field trips as an integral part of the science curriculum*. School Science and Mathematics, 93(6), p. 6

Orion, N. (2001). *A educação em ciências da terra: da teoria à prática - implementação de novas estratégias de ensino em diferentes ambientes de aprendizagem*. in Geodências nos Currículos dos Ensinos Básico e Secundário, Aveiro, Universidade de Aveiro, p. 95 – 114

Pedrosa, M. & Mateus, A. (2001). *Educar em escolas abertas ao Mundo - Que cultura e que condições de exercício da cidadania?*. in Ensino Experimental das Ciências (Re)Pensar o Ensino das Ciências, Edição Ministério da Educação, p. 141 – 154

Rebelo, D. & Marques, L. (2000). *O trabalho de Campo em Geociências na Formação de Professores: situação exemplificativa para o Cabo Mondego*. Formação de Professores, Cadernos Didácticos, Série Ciências nº 4, Edição Universidade de Aveiro, Aveiro, p. 128

Regala, F. & Gomes, E. (2002). *Grutas arqueológicas da Maceira*. in Trogue, nº 4, (Boletim da Associação de Estudos Subterrâneos e Defesa do Ambiente), in <http://www.aesda.pt/documentos/pdf/trogue4.pdf> (consultado na internet em 9/9/2007)

Rey, J. (1979). *Le Crétacé Inférieur de la marge atlantique portugaise: biostratigraphie, organisation séquentielle, évolution paléogéographique*. in Ciências da Terra 5, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Faculdade Nova de Lisboa, Lisboa, p. 97-120

Rey, J., Dinis, J., Callapez, P. & Cunha, P. (2006). *Da rotura continental à margem passiva. Composição e evolução do Cretácico de Portugal*. Cadernos de Geologia de Portugal, Instituto Geológico e Mineiro, p.75

Santos, A. & Gonçalves P. (2002). *Provas de Exame Final – Geologia 12º ano*. Porto, Porto Editora, p.64

Trindade, J., Pereira, A. R. & Araújo, C. (2000). *Dinâmica Geomorfológica do Vale da Ribeira de Toledo (Vimeiro – Lourinhã)*. II Jornadas do Quaternário da Associação Portuguesa para o Estudo do Quaternário; Porto, Faculdade de Letras da Universidade do



Porto, in <http://web.lettras.up.pt/asaraujo/APEQ/p9.html> (consultado na internet em 9/9/2007)

Wilson, R. (1979). *A reconnaissance study of upper jurassic sediments of the lusitanian basin*. in Ciências da Terra 5, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Faculdade Nova de Lisboa, Lisboa, p. 53-84

Sites da internet consultados:

bússola. In Infopédia [Em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2008. [Consultado 2008-04-05]. Disponível na www: <URL: [http://www.infopedia.pt/\\$bussola](http://www.infopedia.pt/$bussola)>.

Plate Tectonics Mini Lecture in <http://www.gasd.k12.pa.us/~dpompa/Mini%20Lecture.html> (consultado na internet em 7/6/2008)

<http://praiadesantacruz.com/stacruz/historia/histpenafirme-convelho.htm> (consultado na internet em 9/9/2007)

<http://www.districtosdeportugal.com/lisboa/maceira/index.htm> (consultado na internet em 9/9/2007)

[http://www.districtosdeportugal.com/lisboa/torres\\_vedras.htm](http://www.districtosdeportugal.com/lisboa/torres_vedras.htm) (consultado na internet em 9/9/2007)

<http://www.eav.pt/historia.php> (consultado na internet em 9/9/2007)

<http://www.termasvimeiro.com/home.php> (consultado na internet em 9/9/2007)

*ANEXOS*

## *ANEXO I*

1576, Março, 11, A dos Cunhados - Resposta do P<sup>e</sup>. António Duarte, pároco de A dos Cunhados, ao inquérito régio relativo aos efeitos do terramoto de 1 de Novembro de 1755 (*in* A dos Cunhados - Itinerários da Memória)

1756, MARÇO, 11, A dos Cunhados - Resposta do P.<sup>o</sup> António Duarte, pároco de A dos Cunhados, ao inquérito régio relativo aos efeitos do terramoto de 1 de Novembro de 1755.

A) APA, *Documentos avulsos*, maço único, documento sem número. Publicado parcialmente, a partir de cópia facultada por Júlio Vieira, em Francisco Luis Pereira de Sousa, *O Terramoto do 1.º de Novembro de 1755 em Portugal e um estudo demográfico*, vol. III, Distrito de Lisboa, Serviços Geológicos, 1928, pp. 833-835.

B) APA, P.<sup>o</sup> José Jorge Fialho, *Apontamentos*, vol. I, fls. 13-16v. Publ. Venerando António, «Torres Vedras e o seu concelho em 1758. 11.<sup>a</sup> parte: A-dos-Cunhados (V) - O Terramoto de 1 de Novembro de 1755», *Badaladas*, ano 43, n.º 1804, 03.08.1990, pp. 13 e 19.

A)

Nova leitura.

[fl. 1]

*Resposta da qual se ve o que succedeo nesta freguezia no Terremoto de 1755*

Aos honze dias do mes de Março de mil e setecentos e cincoenta e seis fuy entregue de hũa carta do Muito Reverendo Senhor Doutor Antonio Jozé de Faria Prior da Igreja matriz de São Pedro da Villa de Torres Vedras, e Vigario da Vara deste districto, em que me participava hũa ordem do Exçellentissimo Senhor Arcebispo Provizor, e Vigario Geral deste Patriarchado ex vide hum avizo, que ao Eminentissimo Senhor Cardeal Patriarcha foy remettido da Secretaria de Estado em que Sua Magestade que Deos guarde determinava, que os Parochos deste Patriarchado fizecem a averiguação possivel pelos interrogatorios, que constão da formula seguinte.

- [1] A que hórás principiou o Terremoto do primeiro de Novembro? E que tempo durou?
- [2] Se se percebeu que foye mayor impulso de hũa parte que de outra?
- [3] Que numero de cazas se arruinaria em cada freguezia? Se havia nella edeficios notaveis, e o estado em que ficarão?
- [4] Que pessoas morrerão? Se algumas herão distinctas?
- [5] Que novidade se vio no Mar, fontes, e Rios?
- [6] Se a maré vazou primeiro, se encheo?
- [7] Quantos palmos creceo mais do ordinario?
- [8] Quantas vezes se precebeo o fluxo e refluxo extraordinario?
- [9] Se se reparou, que [fl. 1v] tempo gastava em bayxar a agua, e quanto em tornar a encher?
- [10] Se abrio a terra algũas bocas, o que nellas se notou, e se rebentou algũa fonte de novo?
- [11] Que providencias se derão immediatamente em cada lugar pelo Ecclesiastico, pelos Militares, e pelos Ministros?
- [12] Que Terremotos tem repetido depoiz do primeyro de Novembro, e que dano tem feyto?
- [13] Se há memoria de que em algum tempo houvesse algum Terremoto, e que dano fes em cada lugar?
- [14] Que numero de Pessoas tem cada hũa freguezia, declarando se póde ser quantas há de diferente cexo?
- [15] Se se expirimentou algũa falta de mantimentos?
- [16] Se houve incendio, que tempo durou e que dano fes?

A qual fórmula assima refferida me foy juntamente entregue para que eu nesta freguezia fizese a dita averiguação, e a ella satisfizése no termo de quinze dias; e obedecendo eu com aquella exacção, e



cuydado, que devo, e merecem semelhantes ordens me informey nesta minha fréguezia, e o que achey, e sey de sciencia própria, segundo o que vi, notey, e expirimentey, he o seguinte.

O Terremoto do primeiro de Novembro passado de mil sétcentos, e cincoenta, e cinco principiou nesta freguezia pelas nóve horas, e meya da manhã, e durou hum quarto pouco mais, ou menos. Pulsava a terra para cima, e ao mesmo tempo balanceava para as quatro partes, Norte, Sul, Oriente, e Poente, sendo [fl. 2] mayores os balanços, que dava do Oriente para o Poente, e nésta fréguezia houve mais ruínas para a parte do Poente.

No Lugar da Póvoa désta freguezia, e seus arrabaldes que fica ao Poente desta freguezia ficarão assoladas por terra, e de todo destruidas seis moradas de cazas; outras ainda que em pé inabitaveis, e todas padecerão maiz, ou menos ruína. E no Lugar da Maceyra que tãobem fica ao Poente désta freguezia mas mais para a parte do Nórte da mesma ficarão inabitaveis e em muita parte destruidas cinco moradas de cazas, e todas as maiz ainda que abitaveis com mais, ou menos ruína. Nos maiz cazais désta fréguezia não houve ruína, que obrigase aos seus moradores a mudar sua morada porem em todos se ve, ou maiz, ou menos sinais do que foy.

Finalmente neste Lugar dos Cunhados não cahio caza algũa e só duas moradas de cazas ficarão em parte inabitaveis; outras ficarão somente com sinais do que foy, e as maiz déllas totalmente ilezas; o que se tem por milagre de Maria Santissima Senhora da Luz, orago desta Igeija [sic], que não só se empenhou em concervar ileza esta sua Igreja, como esta sem ruína, nem signal délla; mas tãobem os seus moradores; o que parece evidente; porque em hum dos mayóres impulsos, que a terra fes do Oriente para o Poente, que seria no meyo do Terremoto se vio esta Igreja impinada do Oriente para o Poente; tanto assim, que alguns freguezes, que estavam no Ádro fugirão [fl. 2v] a toda a preça, como dizem, entendendo que a Igreja hia sobre elles. Eu, que a hesse tempo estava de joelhos junto do Altar mór capitulando as préces, que nesse acto se fazião; vi a Tribuna da Capella mór sobre mim o que tãobem virão as maiz pessoas, que estavam no corpo da Igreja; e alem disto virão o Coro, e porta principal hir sumergindo-se para o fundo.

E sosegado o Terremoto, vendo se livres, e a sua Igreja ilesa, em reconhecimento de tão alto beneficio fizérão promeça á Senhora de maiz se não apagar a sua Alampada, nem de noite, nem de dia: e tivérão sempre naquelles oito dias a Senhora com cera aceza, de manhã com seiz véllas, e pelo decurso do dia com duas, e depois lhe fizérão hũa grandióza fésta em acção de graças, e tanto se tem radicado a fé deste milagre nos corações de muitos, que sendo ordinario nos Terremotos fugirem dos Templos, todas as vezes, que tem repetido os tremores, elles fógem para ésta Igreja.

Nésta fréguezia não morreo pessoa algũa.

A novidade, que se vio no Mar nas partes da Póvoa, e Porto novo de Penafirme, que são os Limites desta fréguezia, que confinão com o mar, foy o Levantar se este coiza de meya Légoa distante da terra em hum grande monte em que algũas pessoas divizárão divérssas cores nas ágoas, pondo ésta novidade em tão grande pasmo, e temor a toda aquélla vizinhança, que quasi toda, imaginando héra chegado o tremendo dia do Juizo da mesma sórte que estavam ou bem ou mal compóstos, sem fecharem suas cazas, e sem cuydarem de seus bens fugirão para este Lugar, e Igreja aonde estiverão a [fl. 3] aquella tarde, e muytos athe a tarde do segundo dia de Novembro sem se retirarem a suas casas; hesse grande monte de Mar veyo discorrendo com voracidade para a terra, e combateo as Arribas na altura de nove ou dés braças. As Fontes não forão attendidas, mas de presumir hé, que lhe cresceria a Agua; porque os Rios, e Rigueyras alguns correrão cheyos, e outros com maiz agoa do costume toda aquella tarde. Em hum Valle, que corre do Sul para o Norte, e dezagua na Praya de Porto novo passando-se naquelle tempo a pé enchuto correo tão cheyo de agoa, que por algũ tempo se não pode passar, cuja enchente lhe procedeu dos muytos ólhos de agua, que circumvezinhos rebentárão.

O Mar estava acabando de encher ao tempo do Terremoto, e cinco quartos depois hé que se vio Levantado enchendo primeiro, e vazando depois; os palmos que cresceo mais do ordinario se pode conjecturar pela altura das nóve, ou dés braças em que combateu as Arribas, o fluxo, e refluxo extraordinario só foy por tres vezes, chegando pela terra dentro a distancia, que não há tradição chegare em tempo algum; porem toda aquella tarde continuou enchendo, e vazando, recolhendo as aguas com tanta velocidade, que ficáva tudo enchuto athé á distancia em que se tinha Levantado, e mandando-as com a mesma velocidade para a terra.

A terra não abrio bocas em que houvése sumerção. [fl. 3v] Abrio sim fendas em muytas partes; e rebentárão muitas fontes, e olhos de agoa, e em alguns se notou algum mau cheiro, que propendia a enxofre, e em hum, que rebentou junto da fonte do Lugar da Póvoa cuja fonte dista quasi hum quarto de Legoa do Mar havendo a curiosidade de saber se seria agua da dita fonte, se achou ser salgada como a do Mar, e a muitos, que rebentárão nas Vargeas désta fréguezia, que medião entre os cazais do Porto do Rio, e Quinta da Piedade se notou cheyro a marezia ficando este sitio meya Legoa distante do Mar,



e rebentavão os tais trazendo comsigo hũa areya branca como a do Mar, e outros ao modo de Cinza.

Nésta fréguezia não há Melitares, nem Ministros: há sim ecclesiásticos, e a providencia que se deu por elles, e pelos maiz freguezes Ceculares seguindo o seu exemplo foy logo reccorrerem a Deos com preces continuas de manhaa de tarde, e de noite; Logo no acto do Terremoto se reccorreo aqui ao Santissimo Sacramento, e depoiz a Maria Santissima, e socegado, que foy se dice o Té Deum Laudamus em acção de graças; de tarde rezando se os Salmos Penitenciais saimos desta Igreja com a Ladainha de todos os Santos pelas ruas deste Lugar, e concluindo se a mesma com as préces, que descreve o Ritual para semelhante necessidade, e finalizando se sempre com o Te Deum Laudamus.

No dia seguinte pela manhã ditos os Salmos Penitenciais, se expos o Santissimo na boca do Sacrário porque ainda, que não tinhamos ordem expreça do Eminentissimo Senhor Cardial Patriarcha, sem a qual se não póde [fl. 4] fazer, como a necessidade hera extrema julgamos, per Epideam, ser hêssa a vontade do dito Senhor, e haver comodidade para se fazer segundo a pobreza desta fréguezia como se fes com a decencia devida a tão alto Senhor. Poiz nunca se expos com menos de dezaseis Lumes. Declaro, que a dita exposição foy abrir a boca digo a Porta do Sacrario, e puchar a Pixede para a boca do mesmo, fazendo se lhe as Preces, que manda o Ritual para semelhante necessidade, e finalizando sempre com o Te Deum Laudamus.

A qual função como a da sobredita tarde se continuou sem falencia algũa, e com muito concurso do Povo em todas as tardes, e manhãas athe o dia primeyro de Dezembro. Nas tardes antes da função referida se fazia o Terço de Nossa Senhora na Igreja para pessoas de hum, e outro céxo, e de noyte das oito para as nove horas só para os homens, sahindo este Terço quando o tempo não impede da Igreja pelas ruas do mesmo Lugar, ou a outras partes maiz distantes, e recolhendo-se á mesma Igreja as quais duas funções ainda ao prezente se continuão, e alem destas se fizêrão outras procissões de Préces, entre as quais se fes hũa com muyto concurso do Povo á Ermida de Nossa Senhora da Piedade, que dista hum bom quarto de Légoa desta Igreja, sahindo daqui pelas nove horas da [fl. 4v] manhã, e dizendo se Missa, e Sermão acomodado áquella função se tornou a recolher a esta Igreja pelas duas horas da tarde, e se fes no dia vinte e sete de Dezembro por ser o dia em que a Igreja célébra a fésta do Evangelista S. João em cuja Pessoa fomos póstos debacho do Patrocinio da May de Deos, e já no dia treze sábado do dito Mes se tinha feyto hum terço de noite a dita Ermida.

Os Terremotos, ou tremores, que tem repetido depoiz do primeiro de Novembro tem sido inumeraveis havendo pessoas, que quazi todos os dias os tem sentido; porem só farey menção dos mayores, e que universalmente forão percebidos por todos os moradores desta fréguezia, e os puzêrão em temor, e fugida. No dia dois de Novembro houve hum ao Sol posto, e este fes fugir segunda ves alguns moradores da Póvoa para este Lugar tão temerosos, que aqui permanecerão por maiz de oito dias. Em quatro do dito houve outro tremor pelas quatro horas da manhã muyto sencível. Em dezaceis do dito houve outro pelas tres horas da tarde. Em honze de Dezembro houve hum pelas cinco horas da manhã; em vinte, e hum do dito dia do gloriozo S. Thomé houve dous juntos hum mais pequeno, e outro mayor pelas nove horas da manhã. Em vinte, e outo do dito houve pelas déz horas da noite hum signal no Céu, que parece este se abriu, e deyxou tudo claro como de dia tornando se a fechar rasgou hũa sentila de fogo para a parte do Sul. Em oito de Fevereyro das tres para as quatro horas houve dois tremores o primeiro menos sencível o segundo mayor. Em honze de Março pelas nove horas da noite houve hum muyto parecido com o primeyro, e afirmárão alguas pessoas, que forão tres juntos, e nehum destes Terremotos tem feyto ruina de novo [fl. 5] maiz que tão somente alguns delles damnificarão o que já estava arruynado.

Não há memória de que em algum tempo houvese algum Terremoto nesta fréguezia Lembrança sim de alguns tremores de terra porem sem damno á maneyra verbi grácia daquelle, que os mais dos vivos nos Lembramos, que succedeo em hum dos ultimos dias de Julho de mil setecentos, e cincoenta da hũa hora para as duas da tarde tendo aparecido no dia vinte, e seis do dito mes das nove para as dés horas da noite hum signal muyto vermelho á maneyra de hua Espada ao Noroeste sobre o Mar, e dali foy dis-correndo sempre sobre o Mar para a parte do Sul, e perdendo ao passo, que corria a sua vermelhidão athé chegar ao Suêste em que já se não percebia.

Tem esta freguezia pessoas mayores a quantia de quinhentas, e setenta, e cinco; destas são trezen-tas, e tres do sexo masculino, e duzentas e setenta, e duas do sexo femenino.

Não se expirimentou falta de mantimentos nésta terra, nem houve incendio.

E hé o que pôsso dizer, segundo o que achey por veridicas informações, e de sciencia própria, aos interrogatorios da formula, que me foy entregue, e remeto com esta respôsta por mim assignada, e dada dentro do termo de quinze dias tudo como me foy mandado.

Cunhados 24 de Março de 1756.

*a) O Cura Antonio Duarte*

## *ANEXO II*

### Questionário 1

## QUESTIONÁRIO (1)

***“Vulgarmente, há quem diga que as pedras não têm história. Que estão aí apenas, na datidade bruta da sua existência litica que o pontapé displicente faz deslocar.”***

*José Barata Moura, in Geologia Sedimentar, vol. III, 2006*

O presente questionário faz parte integrante da Dissertação de Mestrado em Ensino de Geologia e Biologia a apresentar à Universidade de Aveiro. Pretende conhecer os seus gostos, as suas dificuldades no processo de ensino – aprendizagem na área da Geologia. É anónimo e não terá qualquer influência na sua avaliação. Salvo indicações em contrário, assinale com um X a opção que considera mais apropriada ao seu sentir.

### *I. O Aluno e a Geologia*

1. Idade: \_\_\_\_\_ anos                      2. Sexo: Masculino \_\_\_\_\_ ; Feminino \_\_\_\_\_

3. Ano de escolaridade: \_\_\_\_\_

4. Pretende prosseguir os estudos?

Sim (    ); Não (    )

4.1. Se sim, qual a área de estudo que pretende seguir?

- (    )- Áreas relacionadas com as Engenharias
- (    )- Áreas relacionadas com as Ciências Naturais e Físico Química
- (    )- Áreas relacionadas com a Saúde
- (    )- Áreas relacionadas com o Desporto
- (    )- Não sabe

5. Das disciplinas da área específica qual a que mais gosta?

- (    )- Matemática
- (    )- Físico – Química
- (    )- Biologia e Geologia

5.1. A disciplina de Biologia e Geologia tem duas vertentes Biologia e Geologia

Qual a vertente para si mais interessante:

- (    )- Biologia
- (    )- Geologia

6. No domínio da Geologia de 10º Ano qual o conteúdo em que teve mais dificuldades e o conteúdo em que teve menos dificuldades. (Preencha a tabela seguinte para responder a esta questão)

Conteúdos Programáticos	Assinale os <b>2</b> em que teve <b>mais</b> dificuldade	Assinale os <b>2</b> em que teve <b>menos</b> dificuldade
<b>A Geologia, os geólogos e os seus métodos</b>		
• A Terra e os seus subsistemas em interacção		
• As rochas, arquivos que relatam a história da Terra		
• A medida do tempo e a idade da Terra		
• A Terra, um planeta em mudança		
<b>A Terra, um planeta muito especial</b>		
• Formação do sistema solar		
• A Terra e os planetas telúricos		
• A Terra, um planeta único a proteger		
<b>Compreender a estrutura e a dinâmica da geosfera</b>		
• Métodos de estudo para o interior da geosfera		
• Vulcanologia		
• Sismologia		
• Estrutura interna da geosfera		

7. Ordene por ordem decrescente os factores que terão influenciado as dificuldades sentidas por si. (de **6 – o que mais influenciou**, **a 1** – o que menos influenciou)

- ( )- Abstracção dos conceitos;  
 ( )- Relacionar factos / conceitos;  
 ( )- Explicação do professor;  
 ( )- Empenho / motivação;  
 ( )- Divulgação do assunto;  
 ( )- Interesse no tema;



8. Ordene por ordem decrescente os objectivos que teve mais dificuldade a atingir. (de **7 – mais dificuldade, a 1 – menos dificuldade**)

- ( )- Compreender os princípios básicos do raciocínio geológico;
- ( )- Conhecer os principais factos, conceitos, modelos e teorias geológicas;
- ( )- Interpretar alguns fenómenos naturais com base no conhecimento geológico;
- ( )- Aplicar os conhecimentos geológicos adquiridos a problemas do quotidiano, com base em hipóteses explicativas e em pequenas investigações;
- ( )- Desenvolver competências práticas relacionadas com a Geologia;
- ( )- Reconhecer as interacções que a Geologia estabelece com as outras ciências;
- ( )- Valorizar o papel do conhecimento geológico na Sociedade actual.

9. O Trabalho Prático divide-se em várias vertentes: Trabalho de Pesquisa; Trabalho Laboratorial e Trabalho de Campo.

9.1. Indique aquele/s que já fez nas aulas ao longo do 3º ciclo e no Ensino. Secundário.

- |                            |                                     |
|----------------------------|-------------------------------------|
| ( )- Trabalho de Pesquisa  | 7º Ano ( ); 8º Ano ( ); 10º Ano ( ) |
| ( )- Trabalho Laboratorial | 7º Ano ( ); 8º Ano ( ); 10º Ano ( ) |
| ( )- Trabalho de Campo     | 7º Ano ( ); 8º Ano ( ); 10º Ano ( ) |

9.2. Para si o trabalho prático permite: (assinale 2 opções)

- ( )- “ver as coisas a acontecer”.
- ( )- esclarecer alguns conteúdos.
- ( )- facilitar a aprendizagem.
- ( )- “fazer Ciência”.
- ( )- uma aula diferente e divertida.

10. Alguma vez trabalhou com um mapa geológico?

Sim ( ); Não ( )

*II. Conhecimento Geológico da Região em que vive.*

11. Considera importante conhecer os aspectos geológicos da região onde vive?

Sim ( ); Não ( )

11.1. Se sim, porquê?

- ( )- Aumentar o grau dos seus conhecimentos.
- ( )- Entender como se formou a região onde habita.
- ( )- Conhecer os recursos geológicos da região.
- ( )- Preservar o património geológico da região.

12. Quais são as rochas que predominam no Concelho de Torres Vedras:

- ( )- Magmáticas
- ( )- Sedimentares
- ( )- Metamórficas

13. As fotografias seguintes dizem respeito a dois locais da freguesia da Maceira (concelho de Torres Vedras).



A



B

Figura 1 – Fotografias: A – Vimeiro; B – Praia de Santa Rita

13.1. Conhece a região do Vimeiro? (Fotografia 1- A) Sim ( ); Não ( )

13.2 Costuma passar com frequência neste local? Sim ( ); Não ( )

13.3. Costuma ir à Praia de Sta Rita? (Fotografia 1- B) Sim ( ); Não ( )

13.4. Já alguma vez observou as rochas da escarpa? Sim ( ); Não ( )

13.5. A que grupo pertencem as rochas das fotografias:

Tipo de rochas	Figura 1- A	Figura 1-B
Magmáticas		
Metamórficas		
Sedimentares		

13.6. Se costuma ir à Praia de Sta. Rita é capaz de já ter escorregado nesta duna.



13.6.1. Já pensou como se terá formado? Sim ( ); Não ( )

Figura 2 – Duna na Praia de Sta Rita

14. Acha que os aspectos geológicos de uma região influenciarão o modo de vida de uma população? Sim ( ); Não ( )

Muito Obrigada pela sua Colaboração

## *ANEXO III*

Planificação a Longo e Médio prazo



## Biologia e Geologia 11º Ano (Planificação)

**2007/08**

### **DISTRIBUIÇÃO DOS TEMPOS LECTIVOS:**

- **1º PERÍODO (17/9 A 14/12 de 2007)**

**Número de aulas previstas: 39 aulas (26 aulas de 90' + 13 aulas de 135')**

<b>Temas / Conteúdos</b>	<b>Blocos de 90'</b>	<b>Blocos de 135'</b>
<b>Unidade 4 - REGULAÇÃO NOS SERES VIVOS</b>  1. Regulação nervosa e hormonal em animais. 1.1 Termorregulação 1.2. Osmorregulação 2. Hormonas vegetais	<b>5</b>	<b>2</b>
<b>Unidade 5 - CRESCIMENTO E RENOVAÇÃO CELULAR</b> 1. Crescimento e renovação celular 1.1. ADN e síntese proteica; 1.2. Mitose 2. Crescimento e regeneração dos tecidos VS diferenciação celular	<b>9</b>	<b>4</b>
<b>Unidade 6 - REPRODUÇÃO</b> 1. Reprodução assexuada 1.1. Estratégias reprodutoras 2. Reprodução sexuada 2.1. Meiose e Fecundação 2.2. Reprodução Sexuada e variabilidade. 3. Ciclos de vida - Unidade e Diversidade	<b>8</b>	<b>5</b>
<b>Avaliação</b>	<b>6</b>	



## Biologia e Geologia 11º Ano

(Planificação)

2007/08

- 2º PERÍODO (3/1 a 14/3 de 2009)

**Número de aulas previstas: 24 aulas (16 aulas de 90' + 8 aulas de 135')**

<b>Temas / Conteúdos</b>	<b>Blocos de 90'</b>	<b>Blocos de 135'</b>
<b>Unidade 7 - EVOLUÇÃO BIOLÓGICA</b>  1. Unicelularidade e multicelularidade 2. Mecanismos de evolução: 2.1. Evolucionismo vs fixismo 2.2. Selecção natural, selecção artificial e variabilidade	<b>4</b>	<b>2</b>
<b>Unidade 8 - SISTEMÁTICA DOS SERES VIVOS</b>  1. Sistemas de classificação: 1.1. Diversidade de critérios 1.2. Taxonomia e nomenclatura 2. Sistemas de classificação de whittaker modificado	<b>4</b>	<b>2</b>
<b>1. PROCESSOS E MATERIAIS GEOLÓGICOS IMPORTANTES EM AMBIENTES TERRESTRES:</b>  1.1. Ambiente magmático	<b>4</b>	<b>2</b>
<b>Avaliação</b>	<b>6</b>	





## Biologia e Geologia 11º Ano (Planificação)

**2007/08**

- **3º PERÍODO (31/3 a 6/6 de 2007)**

**Número de aulas previstas: 36 aulas (24 aulas de 90' + 12 aulas de 135')**

<b>Temas / Conteúdos</b>	<b>Blocos de 90'</b>	<b>Blocos de 135'</b>
1.2. Ambiente Sedimentar	<b>8</b>	<b>4</b>
1.3. Deformações da Crosta		
1.4. Metamorfismo	<b>4</b>	<b>2</b>
 <b>2. OCUPAÇÃO ANTRÓPICA E PROBLEMAS DE ORDENAMENTO</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
2.1. Bacias Hidrográficas		
2.2. Zonas costeiras		
2.3. Zonas de vertente		
 <b>3. EXPLORAÇÃO SUSTENTADA DE RECURSOS GEOLÓGICOS</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
<b>Avaliação</b>	<b>6</b>	



### **ESTRATÉGIAS GERAIS:**

- **Observação e discussão de:**
  - imagens de vídeo e DVD
  - acetatos
  - diapositivos
  - lâminas de microscópio
- **Realização de trabalhos:**
  - de pesquisa na Internet
  - individuais e de grupo
- **Fichas de trabalho**
- **Realização de aulas de laboratório**
- **Realização de trabalho de campo**
- **Relatórios científico**
- **Recolha de informação**
- **Elaboração de sínteses**
- **Utilização do manual adoptado**



### **AVALIAÇÃO:**

- **Ficha diagnóstico**
- **Fichas formativas**
- **Fichas sumativas**
- **Relatórios científicos**
- **Resolução de exercícios**
- **Domínio da matéria dos trabalhos de casa**
- **Recolha de informação**
- **Trabalhos expostos (em grupo/individual)**
- **Apresentação de sínteses**

Quadro I – Conteúdos programáticos, nível de aprofundamento e número de aulas previstas. (*in* Programa de Biologia e Geologia 11º ou 12º anos, Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação)

Conteúdos conceptuais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais	Enfatizar	A evitar	Factos, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar	Nº aulas
1. Ocupação antrópica e problemas de ordenamento:	<p>Identificar elementos constitutivos da situação-problema.</p> <p>Problematizar e formular hipóteses.</p> <p>Testar e validar ideias.</p> <p>Planear e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas.</p> <p>Observar e interpretar dados.</p> <p>Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando e tratando informação.</p> <p>Utilizar diferentes formas de comunicação, oral e escrita.</p>	<p>Reconhecer as contribuições da geologia nas áreas da: prevenção de riscos geológicos, ordenamento do território, gestão de recursos ambientais e educação ambiental.</p> <p>Assumir opiniões suportadas por uma consciência ambiental com bases científicas.</p> <p>Aceitar que muitos problemas podem ser abordados e explicados a partir de diferentes pontos de vista.</p> <p>Assumir atitudes de rigor e flexibilidade face a novas ideias.</p>	<p>A necessidade de identificar e compreender os principais materiais e fenómenos geológicos para prevenir e remediar muitos dos problemas ambientais (esta ideia deve ser transversal a todo o programa).</p> <p>Temas reveladores da importância do conhecimento geológico para a sociedade (procurando estabelecer, de imediato, uma relação com o processo de sedimentação).</p>			3

1.1 Bacias hidrográficas (Análise de uma situação-problema).		Ver na investigação científica, também, uma via importante que pode contribuir para a resolução de muitos problemas.	Os perigos da construção em leitos de cheia e da extracção de inertes no leito dos rios.	As designações dos diferentes troços dos rios, das fases de evolução dos rios e dos vários tipos de estruturas fluviais.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bacia e rede hidrográfica.</li> <li>- Leito e leito de cheia.</li> <li>- Perfil transversal.</li> <li>- Erosão, transporte e deposição.</li> <li>- Ordenamento do território.</li> <li>- Risco geológico.</li> </ul>	
1.2 Zonas costeiras (Análise de uma situação-problema).		Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo. Assumir atitudes de defesa do património geológico.	A necessidade de o homem intervir de forma equilibrada nas zonas costeiras, isto é, respeitando a dinâmica do litoral.		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faixa litoral: arribas e praias.</li> <li>- Abrasão marinha e plataforma de abrasão.</li> <li>- Natureza das rochas e posição dos estratos (2.1 e 2.3)</li> <li>- Ordenamento do território</li> <li>- Risco geológico.</li> </ul>	
1.3 Zonas de vertente (Análise de uma situação-problema).			<p>A necessidade de não construir em zonas de risco de movimentos em massa, respeitando regras de ordenamento do território.</p> <p>A importância de alguns factores naturais (gravidade, tipo de rocha, pluviosidade) e antrópicos (desflorestação, construção de habitações e de vias de comunicação, saturação de terrenos por excesso de rega agrícola,...) no desencadear de movimentos em massa.</p>	<p>As designações das formas de acumulação de sedimentos em zonas do litoral.</p> <p>A designação e a caracterização dos diferentes tipos de movimento de materiais nas zonas de vertente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Movimentos em massa.</li> <li>- Transporte e deposição de sedimentos (2.1).</li> <li>- Ordenamento do território.</li> <li>- Risco geológico.</li> </ul>	



<p>2. Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres.</p> <p>2.1 Principais etapas de formação das rochas sedimentares. Rochas sedimentares. As rochas sedimentares, arquivos históricos da Terra.</p>			<p>As principais etapas de formação das rochas sedimentares.</p> <p>A classificação das rochas sedimentares com base na sua gênese: detríticas, quimiogénicas e biogénicas.</p> <p>A introdução dos conceitos de mineral e rocha em paralelo com o estudo das rochas sedimentares, mas considerando-os como conceitos transversais (2.1, 2.2 e 2.4), cuja construção deve ser progressiva e corresponder a uma correcção das ideias iniciais dos alunos através de um processo de enriquecimento conceptual.</p> <p>As principais características que distinguem os diferentes tipos de rochas sedimentares propostas.</p> <p>As informações que os fósseis de fácies nos podem fornecer sobre paleoambientes.</p> <p>A contribuição dos fósseis na datação das formações rochosas que os contêm, citando exemplos.</p>	<p>Descrições exaustivas e pormenorizadas de cada uma das principais etapas de formação das rochas sedimentares.</p> <p>O estudo descontextualizado das rochas sedimentares sem relação directa com o processo que presidiu à sua formação e com os ambientes geodinâmicos em que se produzem.</p> <p>Fazer referência a classificações texturais, com excepção da estratificação.</p> <p>Descrições exaustivas da gênese dos carvões e do petróleo, não ultrapassando, neste caso, noções breves de armadilha petrolífera, local de geração, migração e local de acumulação.</p> <p>Um tratamento exaustivo do significado paleoambiental e da idade dos fósseis.</p>	<p>Meteorização (química e mecânica), erosão, transporte, deposição e diagénese.</p> <p>Mineral e rocha. Principais propriedades dos minerais (composição, clivagem, brilho, cor, dureza, riscas, densidade). Caracterização e identificação dos minerais mais comuns nas rochas.</p> <p>Rochas detríticas não consolidadas (balastros, areias, siltes e argilas); rochas detríticas consolidadas (conglomerados, arenitos, siltitos e argilitos), quimiogénicas (travertino, gesso e sal-gema) e biogénicas (calcário, calcário recifal, calcário conífero, carvões e hidrocarbonetos). Petróleo (rocha-mãe, rocha-armazém, rocha-cobertura, armadilha petrolífera).</p> <p>Fósseis. Processos de fossilização.</p> <p>Paleoambientes. Fácies. Fósseis indicadores de idades e de paleoambientes. Ambientes sedimentares continentais, de transição e marinhos.</p> <p>Estrato (tecto e muro) e sequência estratigráfica. Princípios da sobreposição, da continuidade lateral e da identidade paleontológica. Calendário geológico a nível das Eras.</p>	<p>12</p>
--	--	--	---	--	---	-----------

2.2 Magmatismo. Rochas magmáticas.			<p>A aplicabilidade dos princípios da sobreposição, da continuidade lateral e da identidade paleontológica na datação relativa de rochas sedimentares, relembrando também o princípio do actualismo e a cronologia radiométrica (assuntos já abordados no 10º ano).</p> <p>As grandes divisões da escala de tempo geológico, familiarizando os alunos com as Eras e as grandes perturbações que, no decurso dos tempos geológicos, afectaram os biomas terrestres.</p> <p>A classificação das rochas magmáticas com base no ambiente de consolidação dos magmas.</p> <p>As características que distinguem os diferentes</p>	<p>A realização de exercícios ou a utilização de exemplos que não se limitem a fazer uso apenas dos princípios estratigráficos estudados. Por outro lado, deve ser limitado o âmbito destes exercícios apenas às situações mais simples, incluindo unicamente referências a intrusões, falhas e dobras.</p> <p>Outras divisões do calendário geológico para além das Eras, salvo em situações de necessidade de consulta do calendário geológico.</p> <p>O estudo descontextualizado das rochas magmáticas sem relação directa com o processo que presidiu à sua formação e com os ambientes geodinâmicos em que se produzem.</p> <p>Outras classificações das rochas</p>	<p>- Composição dos magmas (pobres em sílica, ricos em sílica, magmas com composição intermédia).</p> <p>- Diferenciação magmática / cristalização fraccionada.</p> <p>- Minerais. Matéria cristalina. Isomorfismo e polimorfismo.</p> <p>- Rochas magmáticas, plutónicas e vulcânicas (basalto, gabro, andesito,</p>	8
---------------------------------------	--	--	---	---	---	---



3. Exploração sustentada de recursos geológicos.			<p>O conceito de recurso renovável e de recurso não renovável e a necessidade de uma exploração equilibrada dos recursos geológicos, dado o seu carácter limitado e finito.</p> <p>A relação entre a excessiva utilização de alguns recursos e as alterações dos ecossistemas e provavelmente do clima.</p> <p>A importância de alguns recursos geológicos como matérias-primas (construção e indústria) e como fontes de energia.</p>	<p>Referência a outros tipos de texturas para além da foliada e não foliada.</p> <p>Referências a outros tipos de metamorfismo, além do de contacto e do regional.</p> <p>O estudo das séries e das sequências metamórficas, assim como de fácies metamórficas.</p>	<p>Rochas metamórficas (corneanas, quartzitos e mármore e xistos argilosos, ardósias, filitos, micaxistos e gnaisses).</p>	4
				<p>Um tratamento exaustivo do estudo da energia nuclear.</p>	<p>Recursos renováveis e não renováveis.</p> <p>Recursos e reservas.</p> <p>Energia geotérmica. Minério e ganga. Propriedades e aplicações do calcário, da areia, do granito, do basalto e do xisto como materiais de construção e de ornamentação.</p> <p>Aquífero (porosidade e permeabilidade). Zonas de um aquífero (saturação, aeração e nível hidrostático). Aquífero livre e aquífero cativo.</p> <p>Exploração sustentada de recursos geológicos.</p>	8

			Os problemas associados às disponibilidades e necessidades de água e, em particular, a sobreexploração de águas subterrâneas.			
--	--	--	---	--	--	--

## *ANEXO IV*

**“A Geologia, O Homem e a Região”**

Fichas de pesquisa em documentos

Cartazes elaborados pelos alunos



Escola Secundária c/ 3º Ciclo do Ensino Básico de Henriques Nogueira

**Actividade de Pesquisa em Documentos**

**Tema: O terramoto de 1755 nas freguesias de A dos Cunhados e de Maceira (Concelho de Torres Vedras)**

**Biologia e Geologia – 11º Ano**

---

**O terramoto de 1755 nas freguesias de A dos Cunhados e Maceira  
(Concelho de Torres Vedras)**

Numa freguesia contígua à da Maceira, A dos Cunhados, situam-se as Ruínas do Convento Velho de Penafirme, começado a construir logo após a reforma da província portuguesa da Ordem dos Eremitas de Santo Agostinho, provavelmente em 1547, e abandonado em definitivo após o terramoto de 1755. O complexo conventual acabou por sucumbir face ao avanço das areias e aos efeitos do terramoto.

Deste modo, o antigo Convento de Penafirme é, simultaneamente, um registo da ocupação do Homem e de um dos fenómenos geológicos que maior impacte causou, nos últimos séculos – O Terramoto de 1755.



Figura 1 – Aspecto Geral das ruínas do Convento Velho de Penafirme

Deve-se ao pároco de A dos Cunhados, António Duarte, respondendo a um inquérito mandado realizar pelo Rei D. José I, uma das mais completas descrições sobre o que se passou no Distrito de Lisboa e a descrição do maremoto que então se registou e os seus efeitos na costa deste concelho; este é o único documento, dos vários produzidos, que não se perdeu; encontra-se arquivado na Torre do Tombo.

**Trabalho Proposto:**

1. Faça uma pesquisa sobre os efeitos do Terramoto e do Tsunami na área do Vimeiro / Maceira, Porto Novo e Penafirme.
2. Elabore um cartaz que sintetize a sua pesquisa. Mais tarde este cartaz será dado a conhecer à comunidade escolar.

**Algumas Referências Bibliográficas:**

Fontes, J. L. I. (Coord.) (2002) A dos Cunhados – Itinerários da Memória, Edição Pró – Memória – Associação Cultural e Etnológica de A dos Cunhados (pp. 575)

Sites na Internet:

<http://praiadesantacruz.com/stacruz/historia/histpenafirme-convelho.htm>

Escola Secundária c/ 3º Ciclo do Ensino Básico de Henriques Nogueira

**Actividade de Pesquisa em Documentos**

**Tema: O Complexo Cársico da Maceira**

**Biologia e Geologia – 11º Ano**

---

**O Complexo Cársico da Maceira**

O Complexo Cársico da Maceira reúne diversas grutas pré-históricas que têm sido estudadas, desde finais do século XIX, por vários investigadores.

Os trabalhos iniciais foram efectuados pelo geólogo e arqueólogo Nery Delgado. As suas escavações nas Grutas Gémeas (1879) revelaram materiais da Idade do Bronze Final. Na Gruta Gémea ocidental, recolheram-se diversos ossos de animais, um fragmento de faca de sílex, seixos quartzosos com marcas de instrumentalização, um fragmento de placa de cobre decorada e um importante espólio de cerâmica; enquanto, na Gruta oriental, se detectaram alguns ossos petrificados, talvez vestígios de animais da época quaternária. O conjunto aqui encontrado está depositado no Museu do Instituto Geológico e Mineiro.



Figura 1 – Grutas Gémeas (in <http://www.aesda.pt/documentos/pdf/trogle4.pdf>)

Este complexo de grutas deve a sua origem à carsificação dos “Calcários do Vimeiro”. A circulação da água da chuva pelas diáclases provocou a meteorização física e química nesta formação superficial e sub-superficial originando uma morfologia denominada Relevo ou Modelado Cársico caracterizado por dolinas, paisagens ruiformes, um complexo sistema de drenagem subterrâneo e grutas.

**Trabalho proposto:**

1. Faça uma pesquisa sobre as grutas da Maceira e a sua ocupação pelo Homem Primitivo.
2. Elabore um cartaz que sintetize a sua pesquisa. Mais tarde este cartaz será dado a conhecer à comunidade escolar.

**Algumas Referências Bibliográficas**

Fontes, J. L. I. (coord.) (2002) A dos Cunhados - Itinerários da Memória, Edição Pró – Memória – Associação Cultural e Etnológica de A dos Cunhados (pp. 575)

Sites na Internet: <http://www.districtosdeportugal.com/lisboa/maceira/index.htm>  
<http://www.aesda.pt/documentos/pdf/trogle4.pdf>

Escola Secundária c/ 3º Ciclo do Ensino Básico de Henriques Nogueira

**Actividade de Pesquisa em Documentos**

**Tema: As “Termas do Vimeiro” I**

**Biologia e Geologia 11º Ano**

---

**As “Termas do Vimeiro” I**

As Termas do Vimeiro estão situadas junto ao Rio Alcabrichel, numa zona fortemente marcada por interessantes aspectos geológicos.

A história destas Termas remonta ao século XIX. Tudo começou em 1822, quando as propriedades destas águas foram descobertas pela primeira vez. Chien Balbi chamou-lhe, num artigo desse tempo, “Águas Santas do Vimeiro”, e foi devido a esse facto que ainda hoje a estância é conhecida no estrangeiro.



Figura 1 – Termas da Fontes dos Frades (in <http://www.termasvimeiro.com/home.php>)

A exploração legal data de 1896, ao tempo concessionada, por tempo ilimitado, ao então proprietário, José Pedro Cardoso. Em Janeiro de 1921, é publicado um alvará que classifica as águas como sendo cloretadas sódicas, criando a Companhia das Águas do Vimeiro.

Hoje são um ponto de referência do Concelho de Torres Vedras, como uma fonte de “saúde e bem-estar” e de turismo.

**Trabalho Proposto:**

1. Faça uma pesquisa histórica sobre as Termas Vimeiro / Maceira.
2. Elabore um cartaz que sintetize a sua pesquisa. Mais tarde este cartaz será dado a conhecer à comunidade escolar.

**Algumas Referências Bibliográficas:**

Sites na Internet:

Chaminé, H. I.; Fonseca, P. E.; Carvalho, J. M.; Azevedo, M.; Gomes, A. e Teixeira, J. (2004)

Geometria, cinemática e dinâmica diapírica da morfoestrutura do Vimeiro (Torres Vedras,

Portugal Central): Implicações para um modelo hidrogeológico, Caderno Laboratorio Xeolóxico de Laxe, Revista de Xeoloxía Galega e do Hercínico Peninsular. Coruña Vol. 29, pp. 7-28

in <http://www.udc.es/iux/almacen/cadernos/Caderno29.pdf>

<http://www.termasvimeiro.com/home.php>

Escola Secundária c/ 3º Ciclo do Ensino Básico de Henriques Nogueira

**Actividade de Pesquisa em Documentos**

**Tema: As “Termas do Vimeiro” II**

**Biologia e Geologia – 11º Ano**

---

**As “Termas do Vimeiro” II**

As Termas do Vimeiro estão situadas junto ao Rio Alcabrichel, numa zona fortemente marcada por interessantes aspectos geológicos.

Tudo começou em 1822, quando as propriedades destas águas foram descobertas pela primeira vez. Chien Balbi chamou-lhe, num artigo desse tempo, "Águas Santas do Vimeiro", e foi devido a esse facto que ainda hoje a estância é conhecida no estrangeiro.



Figura 1 – Termas da Fontes dos Frades (in <http://www.termasvimeiro.com/home.php>)

Desde tempos remotos que são conhecidas as qualidades terapêuticas das águas termais. Em Portugal, é no século XVIII que de D. João V reconhece oficialmente os efeitos terapêuticos das águas termais. No entanto, é em Abril de 1928 que, através do decreto-lei 15401, se regulamenta a base da actividade termal.

**Trabalho Proposto:**

1. Faça uma pesquisa sobre a natureza e captação das águas das Termas Vimeiro / Maceira e sua aplicação terapêutica.
2. Elabore um cartaz que sintetize a sua pesquisa. Mais tarde este cartaz será dado a conhecer à comunidade escolar.

**Algumas Referências Bibliográficas:**

Sites na Internet:

<http://www.termasvimeiro.com/home.php>

<http://www.districtosdeportugal.com/lisboa/maceira/index.htm>

<http://www.aguadovimeiro.pt/>

Escola Secundária c/ 3º Ciclo do Ensino Básico de Henriques Nogueira

**Actividade de Pesquisa em Documentos**

**Tema: O porto de Porto Novo**

**Biologia e Geologia – 11º Ano**

---

**O porto de Porto Novo**

Durante muito tempo, a agricultura foi a principal base da economia local, com relevo para o cultivo da vinha, actividade herdada do tempo em que os monges de Cister (Alcobaça), procederam ao ordenamento agrícola das férteis encostas circundantes. Um documento de 1309 indica Maceira como uma das terras vinícolas mais produtivas, embora também refira outras culturas igualmente importantes. Graças a essa prosperidade, no século XV, criou-se aqui um porto de mar, inicialmente denominado “Porto Real” e hoje conhecido como “Porto Novo”, para carregar os navios com destino a Lisboa.



Figura 1- Aspecto geral do porto de Porto Novo

**Trabalho proposto:**

1. Faça uma pesquisa sobre a:

- importância económica do antigo porto;
- importância histórica;
- actual utilização do porto.

2. Elabore um cartaz que sintetize a sua pesquisa. Mais tarde este cartaz será dado a conhecer à comunidade escolar.

**Algumas Referências Bibliográficas:**

Fontes, J. L. I. (coord.) (2002) A dos Cunhados - Itinerários da Memória, Edição Pró – Memória – Associação Cultural e Etnológica de A dos Cunhados (pp. 575)

Sites na Internet:

<http://www.distritosdeportugal.com/lisboa/maceira/index.htm>





# Complexo Cársico da Maceira

**Aspectos Gerais:**

- As grutas pré-históricas do complexo cársico situam-se em Maceira a cerca de 6km de Santa Cruz, nas margens do rio Alentejo e têm vindo a ser estudadas desde finais do século XIX, por vários investigadores, principalmente pelo geólogo e arqueólogo Nery Delgado.
- Devido às várias grutas, são consideradas monumentos nacionais a Gruta do Cabeço da Rainha (Lapa da Rainha) e as Grutas Gémeas.




Fig. 1 Localização do complexo cársico da Maceira. Adaptado de Lapa da Rainha (1977). Versão actualizada por Nery Delgado (2007).

**Como se formaram as grutas?**

- A chuva dissolve e arrasta o dióxido de carbono do ar que ao reagir com a água origina ácido carbónico. Este ácido com a calcário, assim a água da chuva ao abrir passagem através das rochas, forma cavernas subterrâneas, ao longo do nível freático.
- Dada a configuração das galerias que compõem o sistema e este estar situado entre duas linhas de água, pensa-se que se formaram inicialmente, devido à variação do nível freático, associada à escavação do leito da ribeira de Ribamar.




Fig. 2 Como se formaram as grutas. Adaptado de Lapa da Rainha (1977). Versão actualizada por Nery Delgado (2007).

**Grutas do Cabeço da Pedra do Sino (Cova do Texugo)**

**Localização:**

- 1250m da Aldeia da Maceira.

**Geomorfologia e Geologia da Região:**

- A Cova do Texugo é constituída por calcários, evoluindo o conjunto para calcários mais compactos.
- Estas áreas revestem-se geralmente de grande importância pelos depósitos de gesso e sal-gema.




Fig. 3 Vista geral das grutas. Adaptado de Lapa da Rainha (1977). Versão actualizada por Nery Delgado (2007).

**Descrição das Grutas:**

- O complexo em estudo detém uma extensão de 900m de galerias.
- O sistema possui, na totalidade, uma entrada que se subdividem em três zonas do cabeço em estudo.
- Na zona Norte do cabeço situa-se a Cova da Lapa e a Cova da Chifre.
- Na zona central estão presentes a Cova da Pinta e a Lapa do Rêgo.
- Para Este existe a Lapa da Pulga.
- Na zona Sul do cabeço estão a Cova do Texugo, Pedra do Sino e Pedra do Sino II.




Fig. 4 Vista geral das grutas. Adaptado de Lapa da Rainha (1977). Versão actualizada por Nery Delgado (2007).

**Grutas Gémeas**

- Nestas grutas foram encontrados: ossos de animais, um único fragmento de faca de sílex, vários quartzos (com evidências de utilização) e cerâmica.
- Foi ainda possível retirar de outra das grutas gémeas, alguns ossos petrificados e muitos rotados.




Fig. 5 Vista geral das grutas. Adaptado de Lapa da Rainha (1977). Versão actualizada por Nery Delgado (2007).

**Lapa da Rainha**

- Nesta gruta foram encontrados alguns sílices, um dente de fêmea das cavernas, tal como outros animais.
- A ocupação humana é demonstrada nos estratos III e IV segundo a existência de uma rapadeira sobre a casca, uma lâmina retocada e uma escavadora laca com núcleo em sílex.
- Entre outros fósseis trabalhados pelo Homem é de realçar um dente de corvidão perfurado e trabalhado em pedra.
- O espólio osteológico humano é pouco (3 dentes incisivos inferiores de adulto e a parte distal de um mesmo).

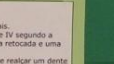


Fig. 6 Vista geral das grutas. Adaptado de Lapa da Rainha (1977). Versão actualizada por Nery Delgado (2007).

**Lapa da Rainha II**

- Estamos perante uma necrópole (cemitério antigo), embora não existam até hoje, elementos que nos possam assegurar, com maior rigor a sua atribuição cronológica.
- Foram encontrados fragmentos de cerâmica, faca de dous em sílex e restos humanos, datados do Neolítico e do Calcolítico.

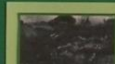


Fig. 7 Vista geral das grutas. Adaptado de Lapa da Rainha (1977). Versão actualizada por Nery Delgado (2007).

**De época Paleolítica foram encontradas duas lascas de Quartzo com indícios de utilização.**

Encontrou-se também uma porção de chapa de cobre decorada que poderá ter pertencido à placa ornamental de uma arma ou de um cinto.

O espólio, mais significativo é representado pelo conjunto cerâmico.




Fig. 8 Vista geral das grutas. Adaptado de Lapa da Rainha (1977). Versão actualizada por Nery Delgado (2007).

## Complexo Cársico da Maceira

**COMPLEXO CÁRSICO DA MACEIRA, TORRES VEDRAS/LOURINHÃ**

O cabeço calcário (designado localmente por Cabeço da Pedra do Sino), onde está instalado o Cova do Texugo, localiza-se no distrito de Lisboa, junto ao limite dos concelhos de Torres Vedras e da Lourinhã, a SE da aldeia de Ribamar e a NNE do aldeia da Maceira, distando destas, em linha recta, cerca de 625 m e 1250m, respectivamente.

Junto à vertente Este do Cabeço observa-se o Falha da Lourinhã com direcção NNE-SSW.

O acesso é normalmente feito a partir da Maceira, ao longo da margem da Ribeira de Ribamar, que desagua no rio Alentejo.




Fig. 1 Cabeço da Pedra do Sino.

**COMO É QUE A ÁGUA DA CHUVA ALARGA AS DIACLASES DOS CALCÁRIOS?**

As gotas de água da chuva (H<sub>2</sub>O) dissolve o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) existente na atmosfera, dando origem à formação dum ácido fraco - o ácido carbónico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) - que lhe confere uma ligeira acidez. Essa acidez é intensificada quando, ao circular pelo solo, a água dissolve os ácidos orgânicos aí existentes.

Or, os calcários são rochas fundamentalmente constituídas por um mineral a que se dá o nome de calcite (carbonato de cálcio: CaCO<sub>3</sub>). Sendo este mineral facilmente atacado pelos ácidos, dissolvendo-se, nos calcários, quando em contacto com as águas ácidas que neles circulam pelas diaclases, ocorre uma reacção química, da qual resulta bicarbonato de cálcio dissolvido na água. A lenta mas contínua circulação das águas pelas diaclases leva à dissolução do calcário.

**DIACLASES**

A origem das diaclases tanto pode estar relacionada com processos diagenéticos como com processos tectónicos. Os fenómenos diagenéticos têm a ver com a própria formação da rocha por consolidação (perda de água) da lama carbonatada inicial. Os fenómenos tectónicos têm a ver com a acção de esforços compressivos ou distensivos locais actuantes sobre as rochas, levando à sua fratura, e que estão relacionados com os fenómenos globais de movimentação das placas tectónicas.

Não fosse a comum existência dessa rede de fracturas, os calcários seriam rochas bastante impermeáveis. É a circulação da água da chuva por essas diaclases que leva ao seu progressivo alargamento, dando origem a formas de relevo características das regiões calcárias: o Relevo do Modelado Cársico.

**GRUTAS DA MACEIRA**

As grutas têm sido alvo arqueológico desde o século XIX.

Alguns das cavidades sofreram escavações que revelaram importante espólio faunístico do Pleistocénico e evidências de utilização antrópica. As escavações de Nery Delgado nas grutas Gémeas em 1879 permitiram recuperar materiais da Idade do Bronze final. Os trabalhos ocorridos na Lapa do Cabeço da Rainha, trouxeram ao conhecimento níveis com restos de faunas e vestígios de uma eventual actividade humana.




Fig. 2 Localização da Freguesia da Maceira.

**FREGUESIA DE NOSSA SENHORA DA CONCEIÇÃO DA MACEIRA**

Com uma área de mais de oito quilómetros quadrados, a freguesia de Nossa Senhora da Conceição da Maceira é uma das mais recentes freguesias do concelho de Torres Vedras. É conhecida pela antiguidade do seu povoamento e pela exploração que aqui é feita das suas águas termais.

É uma freguesia riquíssima em vestígios arqueológicos. Nas grutas da Maceira, foram descobertos alguns materiais de várias épocas, desde o Paleolítico até ao Neolítico. Os restos de cerâmica, em princípio fabricados localmente pelos povos primitivos, estavam em grande maioria nestas grutas, que além do valor arqueológico são um ponto de grande atracção turística na freguesia.

Até há pouco tempo, Maceira foi um simples lugar da freguesia de A-dos-Cunhados que constituía freguesia independente graças ao desenvolvimento que entretanto alcançou.




Fig. 3 Freguesia de Nossa Senhora da Conceição da Maceira.


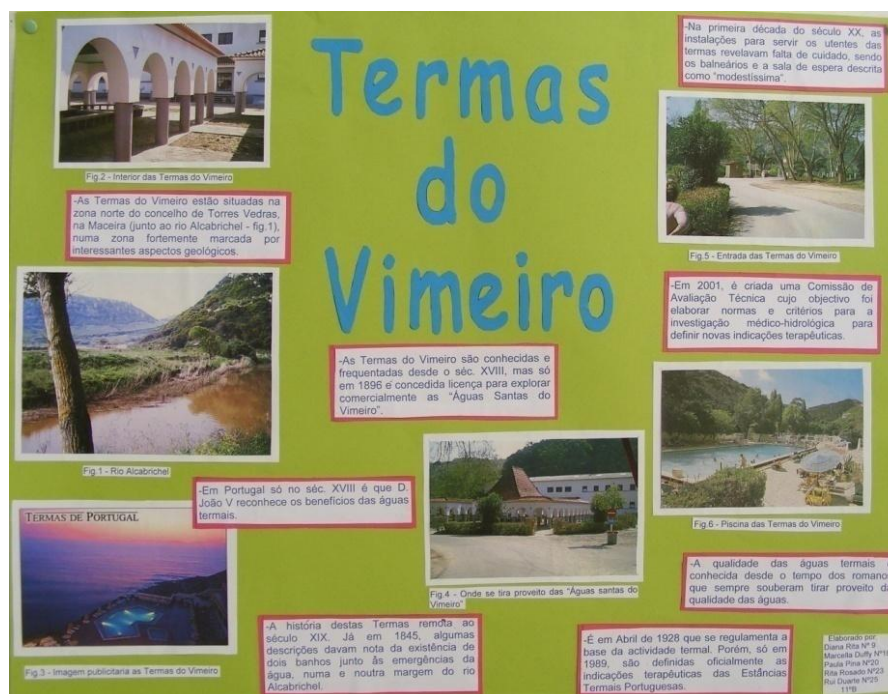
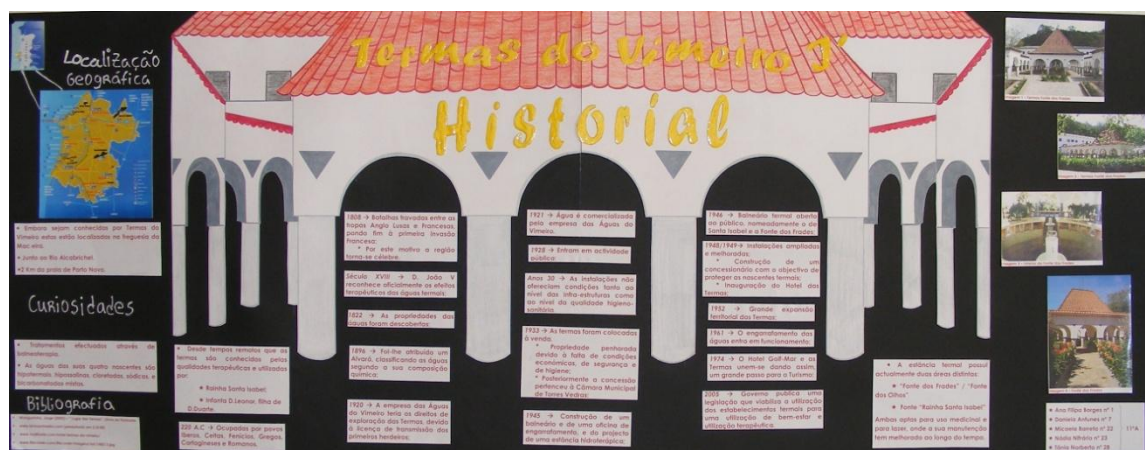


Fig. 4 Gruta da Maceira.






207







## Terramoto de 1755 nas freguesias de A-dos-Cunhados e Maceira




"O Terramoto do primeiro de Novembro de mil setecentos, e cinquenta, e cinco principiou na freguesia de A-dos-Cunhados pelas nove horas, e meya da manhã e durou um quarto pouco mais, ou menos. Pulsava a terra para cima e ao mesmo tempo para as quatro partes, Norte, Sul Oriente e Poente, sendo mayores os balanços de Oriente para Poente e houve mais ruínas na parte do Poente"



"No lugar da Maceira, tão bem fica ao Poente desta freguesia mas mais para Norte da mesma ficarão inabitáveis em muita parte destruidas cinco moradas de cazas e todas as mais ainda que abitáveis com mais, ou menos ruína. Nos mais caizais desta freguesia, não houve ruína, que obrigase aos seus moradores a mudar sua moradas, porem em todas se ve sinais"




"Na tarde do segundo dia de Novembro as pessoas não se retiraram de suas cazas e alguns fugiram para a Igreja, vendo o mar discorrendo com voracidade para a terra, e combateo as Arribas na altura de nove ou dês braças. (...) Abrio assim fendas em muitas partes; e rebentaro muitas fontes, e olhos de agoa, e em alguns se notou mau cheiro, que propendia a enxofre"



"No Lugar da Povoa (de Penafirme), e seus arrabaldes que fica a Poente desta freguesia ficarão assoladas por terra, e de todo destruidas seis moradas de casas e outras ainda que em p inabitáveis, e de todas padecerão mais, ou menos ruína"

**Excertos Retirados de:**  
CORDEIRO, Ana Sofia; [et al.] – A dos Cunhados – Itinerários da Memória. Edição 2002, A dos Cunhados, Pró-Memória, 2002

**IPA**  
INSTITUTO PORTUGUÊS DE ARQUEOLOGIA  
ANDRÉA ARENHO, Nº 4  
CLÁUDIO FERRÃO, Nº 6  
JESUS FERREIRA, Nº 20  
TALITA DE AZEITE, Nº 20



"Neste lugar dos Cunhados não cahio caza alguma e só duas moradas de cazas ficarão em parte inabitáveis. Outras ficarão somente com sinais do que foi, o que se tem por milagre (...) conservou ileza a igreja sem sinais de ruína"

# 1º Novembro de 1755

## CONVENTO VELHO      A-DOS-CUNHADOS

**Convento de São João Baptista**

Convento de São João Baptista, fundado no século XIV, foi destruído pelo terramoto de 1755. As ruínas são visíveis na zona da povoação.

**A ruína da Igreja de São João Baptista**

Após o terramoto, a igreja ficou em ruínas. As ruínas são visíveis na zona da povoação.

**Convento de São João Baptista**

Convento de São João Baptista, fundado no século XIV, foi destruído pelo terramoto de 1755. As ruínas são visíveis na zona da povoação.

**Convento de São João Baptista**

Convento de São João Baptista, fundado no século XIV, foi destruído pelo terramoto de 1755. As ruínas são visíveis na zona da povoação.

**A ruína da Igreja de São João Baptista**

Após o terramoto, a igreja ficou em ruínas. As ruínas são visíveis na zona da povoação.

**Convento de São João Baptista**

Convento de São João Baptista, fundado no século XIV, foi destruído pelo terramoto de 1755. As ruínas são visíveis na zona da povoação.

**Convento de São João Baptista**

Convento de São João Baptista, fundado no século XIV, foi destruído pelo terramoto de 1755. As ruínas são visíveis na zona da povoação.

**A ruína da Igreja de São João Baptista**

Após o terramoto, a igreja ficou em ruínas. As ruínas são visíveis na zona da povoação.

**Convento de São João Baptista**

Convento de São João Baptista, fundado no século XIV, foi destruído pelo terramoto de 1755. As ruínas são visíveis na zona da povoação.






## *ANEXO V*

Documentos para as actividades prácticas e laboratoriais

Cartazes relativos a estas actividades

**TRABALHO PRÁTICO 1**

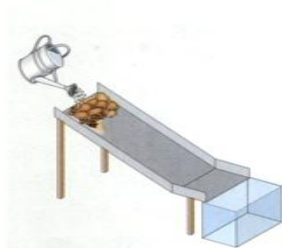
### COMO SIMULAR A ACÇÃO EROSIVA E DE TRANSPORTE DE UM CURSO DE ÁGUA?

**Material**

- Placa de material impermeável, mas maleável (chapa fina, plástico...)
- Detritos de diferentes dimensões: calhaus rolados, areia grossa, areia fina, argila em pó
- Regador
- Recipiente transparente (tina, aquário, caixa de vidro)

**Modo de proceder**

- 1 Faça uma caleira com a chapa, dando-lhe uma leve quebra na zona média.
- 2 Coloque a caleira de modo que a parte superior fique mais inclinada e a parte inferior quase horizontal.
- 3 No topo inferior da caleira, coloque a tina para receber a água e detritos que vão escorrer.
- 4 Na parte superior da caleira, coloque os detritos com diferentes dimensões misturados.
- 5 Deite água sobre os detritos com um regador e vá observando o que acontece.
  - Qual a posição dos materiais de diferentes dimensões no fim da experiência?
  - Compare o que acontece na zona mais inclinada com o que acontece na zona menos inclinada.
  - Alguns materiais foram transportados com a água até à tina. Quais?
  - Interprete os resultados obtidos e procure estabelecer as analogias possíveis desta simulação com o que poderá ocorrer na Natureza.
- 6 Planeie e execute uma experiência para observar a sedimentação de detritos de diferentes dimensões numa coluna vertical de água.



7 Montagem experimental.

*Trabalho Prático (in Terra, Universo de Vida)*

Escola Secundária c/ 3º Ciclo do Ensino Básico de Henriques Nogueira

**Actividade Laboratorial**

**Tema: “A Química do Calcário”**

**Biologia e Geologia – 11º Ano**

---

**“A Química do Calcário”**

Os calcários são rochas que se integram no grupo dos sedimentos derivados da actividade biológica e química e podem ser subdivididos em:

- bioquímicos - de origem química mas induzida pela actividade biológica ( ex: calcários);
- biogénicos - origem puramente biológica ( ex: calcário recifal);
- orgânicos - acumulação de restos orgânicos (ex: calcário conquífero).

Os calcários formam-se por precipitação química do carbonato de cálcio dissolvido nas águas, quando as condições do meio se alteram, com formação e acumulação de cristais (calcite). Essas alterações físico-químicas podem ser, por exemplo, variação de temperatura da água e/ou da pressão, da concentração de CO<sub>2</sub> dissolvido, entre outras. A precipitação da calcite pode ser traduzida pela seguinte equação química:

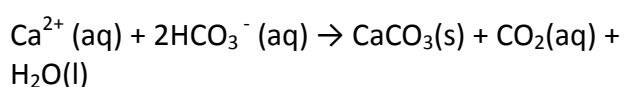


Figura 1 – Aspecto dos Calcários do Vimeiro

A deposição nas bacias sedimentares, e posterior diagénese dos minerais de calcite originam o calcário.



A água que, nas circunstâncias descritas anteriormente, é responsável pela formação dos depósitos calcários, é a mesma que, milhões de anos mais tarde, será responsável pela sua meteorização dado que a reacção química anterior é reversível se as condições do meio se alterarem.

Figura 2 – Aspecto de calcários meteorizados

O objectivo deste trabalho experimental é estudar as propriedades das rochas sedimentares de origem química, em particular, dos calcários de modo a que se possam relacionar essas características com a sua génese e a sua meteorização.

## I. Efervescência em amostra de mão

### Material:

Amostra de mão de calcário

Tabuleiro

Solução diluída de HCl

### Procedimento:

1. Coloque a amostra de calcário dentro do tabuleiro.
2. Deite umas gotas de HCl na amostra.
3. Registe o resultado na tabela I.
4. Repita o procedimento para as amostras A e B.
5. Registe os resultados.

## II. Reacção da calcite em pó em água gaseificada fria

### Material:

- |                              |                    |
|------------------------------|--------------------|
| - Tubos de ensaio            | - Água destilada   |
| - Suporte de tubos de ensaio | - Água gaseificada |
| - Espátula                   | - Calcite em pó    |
| - Lamparina                  | - Marcador         |
| - Pinça de madeira           | - Fósforos         |
| - Pipetas                    |                    |

### Procedimento:

1. Enumere os tubos de ensaio de 1 a 5;
2. No tubo 1 coloque, com o auxílio de uma pipeta, 10 ml de água destilada.
3. No tubo 2 coloque, com o auxílio de uma pipeta, 10 ml de água destilada; com a ajuda da espátula coloque dentro do tubo uma pequena quantidade de calcite em pó.
4. No tubo 3 coloque, com o auxílio de uma pipeta, 10 ml de água gaseificada.
5. No tubo 4 coloque, com o auxílio de uma pipeta, 10 ml de água gaseificada; com a ajuda da espátula coloque dentro do tubo uma pequena quantidade de calcite em pó.
6. No tubo 5 coloque, com o auxílio de uma pipeta, 10 ml de água gaseificada; adicione, com a ajuda da espátula, um pouco de calcite em pó à água;
7. Com auxílio de uma pinça e de uma lamparina, aqueça o tubo de ensaio nº 5 até borbulhar.
8. Registe os resultados observados na tabela I.

### Registo dos resultados:

TABELA I

Trabalho experimental 1		Trabalho experimental 2				
Efervescência: Sim/Não		Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4	Tubo 5
Amostra de calcário						
Amostra A						
Amostra B						

### Discussão dos resultados:

Elabore uma discussão dos resultados, não se esquecendo de os relacionar com os seguintes factos:

- A chuva “normal” deve apresentar um pH de aproximadamente 5,5 a 6, resultante da pequena quantidade de CO<sub>2</sub> dissolvido. No entanto, nas grandes cidades, os fumos das fábricas que contêm substâncias acidificantes, como CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, podem provocar a redução do pH da chuva para 4 ou 3 e até 2 originando as chamadas chuvas ácidas;
- O carbonato de cálcio reage com o ácido fraco segundo a reacção:  

$$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O};$$
- O carbonato de cálcio é insolúvel em água pura;
- O carbonato de cálcio é solúvel em água com dióxido de carbono puro:  

$$\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{HCO}_3^{-}(\text{aq});$$
- A reacção anterior é reversível se se aumentar a temperatura;
- Formação de depósitos calcários;
- Formação do modelado cárstico.

### Conclusão:

Elabore uma conclusão do trabalho experimental realizado.

Escola Secundária c/ 3º Ciclo do Ensino Básico de Henriques Nogueira

### Actividade Prática

**Tema: Bússola**

**Biologia e Geologia – 11º Ano**

---

### Bússola

A palavra “bússola” vem do italiano bussola, que significa “pequena caixa”. Atribui-se a descoberta da orientação natural dos ímãs aos chineses, por volta do ano 2000 a.C., e por consequência, a invenção da bússola. A bússola chinesa era uma colher de magnetite encimando um recipiente quadrado, que representava a Terra, visto que o quadrado era o símbolo da Terra, enquanto que o círculo era o símbolo do Céu (fig. 1).



Foi trazida para a Europa pelos árabes, e terá sido, embora não seja consensual, o italiano Flávio Gioia, que introduziu, no início do século XIV, o famoso desenho da rosa-dos-ventos na bússola.

Figura 1 – Bússola chinesa (Foto: [FMTSP](#))

O conhecimento da declinação magnética, ou seja, a diferença entre o Norte magnético, indicado pela agulha, e o Norte geográfico, data pelo menos do século XV, foi descoberta, possivelmente, pelos portugueses. A declinação era verificada entre a observação da Estrela Polar, no hemisfério norte, ou da Estrela Pé do Cruzeiro, no hemisfério sul, e a direcção apontada pela bússola.

A invenção da bússola foi um dos acontecimentos mais importantes para a navegação e permitiu o advento dos descobrimentos levado a cabo pelos navegadores portugueses. (bússola. In Infopédia [Em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2008. [Consult. 2008-04-05].)

### Utilização da bússola de Geólogo



A bússola é utilizada para determinar a orientação espacial (atitudes) de planos (por exemplo estratificações, diaclases e falhas) ou de rectas (eixos de dobras).

Para que o trabalho seja mais rentável no campo, é importante a aquisição de noções básicas de direcção e pendor de estruturas, assim como alguma prática no manuseamento da bússola de geólogo (fig. 2).

Figura 2 – Bússola de geólogo.



A **direcção de um estrato** é uma linha horizontal nele contida. A sua orientação é dada pelo ângulo que essa linha define com a direcção do norte magnético.

#### **Determinação da direcção de um plano:**

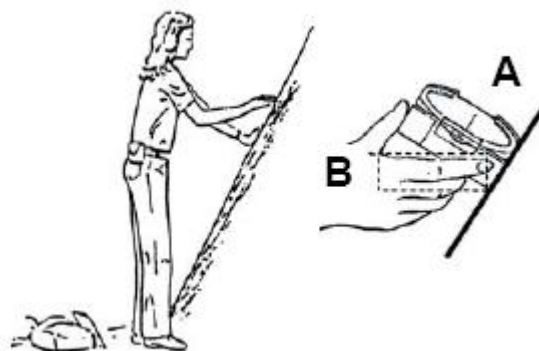
Para medir a direcção de um **plano horizontal**, deve proceder-se do seguinte modo:

- I. Colocar a bússola sobre o plano segundo o seu maior comprimento.
- II. Aguarde que a bússola estabilize.
- III. Sem retirar a bússola da sua posição, rodar o mostrador graduado até fazer coincidir a agulha magnética com a seta que indica o norte;
- IV. Meça o ângulo, a partir da direcção norte, no sentido dos ponteiros do relógio, até à linha paralela à direcção. O ângulo determinado indica a direcção da mesa.

Nota: A direcção escreve-se, por exemplo, N 20° E.

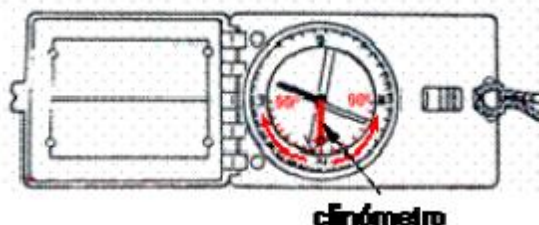
Para medir a direcção de um **plano inclinado**, deve proceder-se do seguinte modo:

- I. Colocar a bússola encostada à recta horizontal do plano e rodá-la para a posição horizontal (fig. 3);
- II. Repetem-se os procedimentos II, III e IV, descritos anteriormente.



*Figura 3 – Determinação da direcção de um plano inclinado*

A **inclinação de um estrato** é o ângulo que a sua superfície forma com um plano horizontal. Para medir este ângulo utiliza-se o clinómetro, acessório que faz parte da bússola de geólogo. O clinómetro, incluído no corpo da bússola, consta de uma escala graduada de 0° a 90° e um prumo que indica sempre a vertical (fig. 4).



*Figura 4 - Clinómetro*

## Determinação da inclinação

- I. Rodar o mostrador graduado de modo a que a escala do clinómetro fique com o valor  $90^\circ$  orientado paralelamente aos lados da caixa da bússola (fig. 4);
- II. Colocar a bússola na posição vertical e paralela à recta de maior declive do plano (fig. 5);
- III. Anotar o valor do ângulo indicado no clinómetro e o sentido de inclinação (quadrante geográfico).

Nota: A inclinação escreve-se, por exemplo,  $10^\circ$  NW.

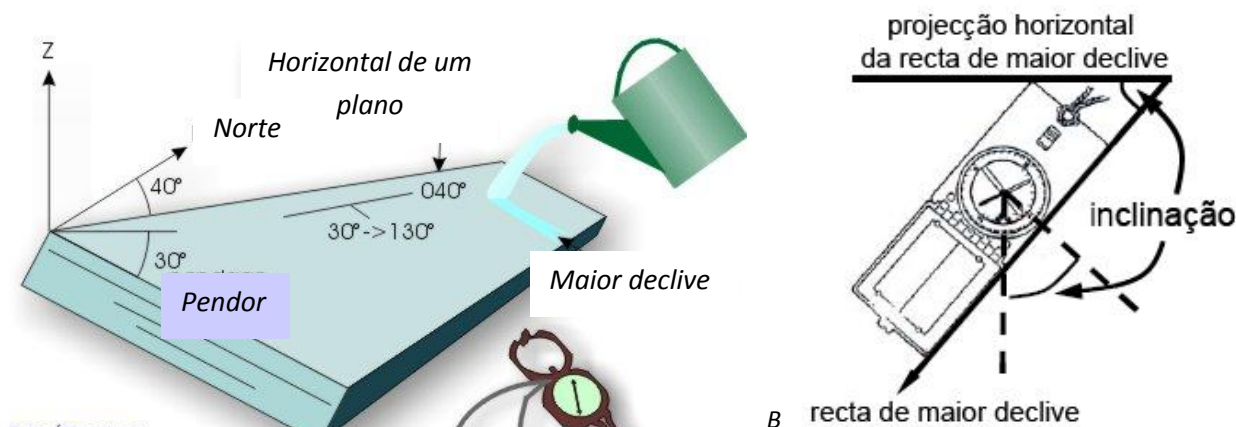


Figura 5 – Determinação da inclinação do plano; A – maior inclinação; B - utilizando a bússola

A **atitude de um plano** é definida pela direcção (ângulo que a recta horizontal do plano faz com o norte) e inclinação (ângulo da linha de maior declive do plano com a sua projecção horizontal). A notação utilizada para representar a atitude de um plano compreende dois valores, o primeiro correspondente à direcção do plano, e o segundo à inclinação e quadrante geográfico para o qual o plano inclina. No esquema da figura 6, o plano tem a atitude  $N120^\circ E; 76^\circ SW$ .

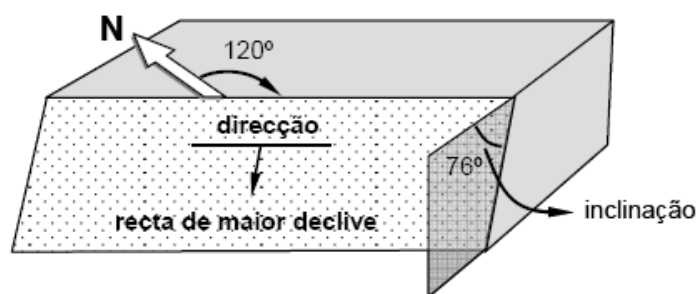


Figura 6 – Determinação da atitude de um plano.

## Actividades Propostas:

1. Calcula a atitude (direcção e inclinação) dos estratos, utilizando os modelos de disponíveis

**Bibliografia:**

Boulvain, F. (2008) Introduction à la cartographie géologique, Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université de Liège in <http://www.ulg.ac.be/geolsed/carto/carto.htm> (consultado em 25-01-2008)

bússola. In Infopédia [Em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2008. [Consult. 2008-04-05]. Disponível na www: <URL: [http://www.infopedia.pt/\\$bussola](http://www.infopedia.pt/$bussola)>.

Medina, J., Morgado, M. & Marques, L. (2006). *Livro Guia de Campo*. Simpósio Ibérico do Ensino da geologia, XXVI Curso de Actualização de Professores de Geociências, Universidade de Aveiro, Portugal

Nardo, A. (2000) Guida all' uso della bussola in [http://www.anisn.it/geologia2000/A\\_bussola.html](http://www.anisn.it/geologia2000/A_bussola.html) (consultado em 23-02-2008)

Escola Secundária c/ 3º Ciclo do Ensino Básico de Henriques Nogueira

### **Actividade Prática**

**Tema: Cartas Topográficas e Geológicas**

**Biologia e Geologia – 11º Ano**

---

### **Cartas Topográficas e Geológicas**

#### **Cartografia**

A Cartografia é uma ciência que procura estabelecer e representar, através das cartas ou mapas, as relações espaciais entre diferentes aspectos significativos da superfície terrestre, como, por exemplo, aspectos naturais, políticos ou da acção humana, entre outros.

Hoje em dia a cartografia serve-se de ferramentas, tais como, a fotografia aérea e de satélite, e de “software” variado na execução de cálculos, processamento de dados e na representação da informação.

#### **História da Cartografia**

No princípio a representação do espaço em que o homem vivia baseava-se na observação e representação do meio.

O mapa mais antigo de que se tem notícia data de cerca de 2500 a. C. e vem da Babilónia. É uma placa de barro cozido que representa o vale do rio Eufrates (figura 1).

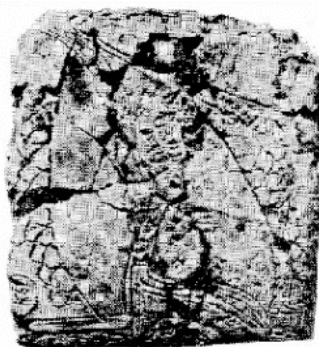


Figura 1 - Mapa mais antigo conhecido. Gravado numa placa de barro, representa a cidade de Ga-Sur (2400 a.C.) (in <http://www.algosobre.com.br/geografia/cartografia.html>)

Ramsés II (1333-1300 a. C.) iniciou uma medição sistemática das terras do seu Império. Com o objectivo de cobrar impostos, pagos, em geral, em cereais, as propriedades rurais eram medidas, tendo marcos nos seus limites e registadas cuidadosamente.

Pitágoras (550 a.C.) desenvolveu as teorias da geometria e dos números e propôs a forma esférica da Terra em função da sombra que a Terra projectava na lua. Geometria vem do grego que significa “medir terras”.

Eratóstenes (220 a. C.) calculou matematicamente, através de observações do sol no solstício de verão, um valor para o raio da circunferência da Terra (precisão relativa de 14%).

Com os gregos (1.500 anos a.C. - 323 a.C) a cartografia que alcançou um nível de perfeição só ultrapassado no sec. XV - Período dos Descobrimentos, durante o qual, graças à necessidade de se irem desenhando os contornos de “novos” mares e

continentes e de se irem delimitando as “novas terras”, a cartografia e a produção de mapas atingiram um notável desenvolvimento.

### **As Cartas Topográficas**

As Cartas Topográficas são projecções sobre um plano a superfície terrestre, a uma determinada escala, onde a forma, dimensões e posição relativa dos acidentes de terreno ficam em evidência. Os pormenores naturais e artificiais são representados por símbolos, linhas e cores, como por exemplo:

- relevo – curvas de nível, linhas de água, pontos cotados
- construções humanas – estradas, caminhos, igrejas, casas, construções pré-históricas
- aspectos naturais - rios, nascentes

As cartas têm aplicações em diversas actividades humanas tais como obras de engenharia, elaboração de planos urbanísticos, planeamento de culturas agrícolas, estratégia militar, entre outras, e são a base da elaboração de outros tipos de cartas, entre as quais as cartas geológicas.

### **Trabalho Proposto:**

I. Utilização da Carta Militar de Portugal, à escala 1/25.000, Folha 361, A-dos-Cunhados (Torres Vedras)

1. Localize, na carta, as Termas do Vimeiro.
  - 1.1. Determine as coordenadas topográficas.
  - 1.2. Indique o rio que corre nesta zona.
2. Localize, na carta, a localidade de Porto Novo.
  - 2.1. Meça a distância entre estas duas localidades.
  - 2.2. Recorrendo à escala da carta, calcule a distância real.
3. Faça um perfil topográfico entre as Termas do Vimeiro e Porto Novo.

Nota:

O processo de elaboração de um perfil topográfico compreende as seguintes fases:

- 1- Marcar, na carta, um segmento de recta (AB) segundo a direcção do perfil pretendido.
- 2- Observar na carta, as principais formas de relevo atravessadas pelo segmento de recta AB.
- 3- Escolher a escala a utilizar no traçado do perfil. A escala horizontal é a mesma da carta. Quanto à escala vertical esta pode ser sobreelevada ou de modo a originar um perfil que melhor evidencie o relevo.

- 4- Traçar, em papel milimétrico, dois eixos perpendiculares, um relativo às distâncias (eixo horizontal) e outro relativo às altitudes (eixo vertical)
- 5- Colocar o papel milimétrico sob o segmento AB de modo a transpor todos os pontos de intersecção do segmento AB com as curvas de nível, anotando as respectivas cotas.
- 6- Levantar perpendiculares dos pontos até à cota correspondente de modo a representar as altitudes indicadas na carta.
- 7- Unir todos os pontos com um traço contínuo, resultando, assim o perfil topográfico.

4. Recorrendo aos pontos cardeais, situe a localidade de Porto Novo em relação às Termas do Vimeiro.

5. Indique a altura máxima da arriba, a sul da Praia de Santa Rita.

### **As Cartas Geológicas**

As Cartas Geológicas representam os aspectos geológicos à superfície numa determinada região. Tem como base uma carta topográfica e, na representação dos diferentes elementos, recorre-se a cores (para diferentes litologias e diferentes idades), e elementos gráficos, representativos de outros aspectos geológicos (estratificação, xistosidade, falhas e outros acidentes tectónicos)

As Cartas Geológicas permitem realizar diversos estudos, de história geológica regional, de recursos minerais, prevenção de riscos naturais, assim como planificação de obras públicas.

### **Trabalho Proposto:**

II. Utilização da Carta Geológica de Portugal, Folha 30 – A, Lourinhã, à escala 1/50.000

1. Localize, na carta, as Termas do Vimeiro  
Determine as coordenadas geográficas.

1.2. Recorrendo à legenda indique:

- as formações geológicas existentes nesta região

- as suas idades.

- a direcção e inclinação dos calcários do Vimeiro

2. Localize na carta geológica a localidade de Porto Novo

2.1. Indique as formações geológicas existentes nesta localidade e as suas idades.

3. Indique o tipo de depósitos e respectiva idade, presentes a sul da Praia de Santa Rita



Escola Secundária c/ 3º Ciclo do Ensino Básico de Henriques Nogueira

## Actividade Prática

### Tema: Coluna Estratigráfica

Biologia e Geologia – 11º Ano

### Coluna Estratigráfica

A coluna ou secção estratigráfica deve ser um documento objectivo que comporta apenas elementos perceptíveis no terreno. Qualquer geólogo munido desta coluna deveria, idealmente, poder localizar as diferentes unidades. Não é por conseguinte conveniente indicar aspectos não visíveis no afloramento ou representar características que resultam de outros tipos de abordagem, como, por exemplo, representar a estrutura microscópica da rocha. Os cortes interpretativos, em contrapartida, permitem este tipo de informação, desde que devidamente identificado.

Os elementos a observar e a registar na coluna litológica são:

- pré – definir uma escala, em função do pormenor da representação;
- espessura;
- litologia e textura (ex: calcários: oolíticos, pisolíticos,...);
- geometria dos estratos (ex: tabular, sigmoidal, ...);
- cor;
- variabilidade vertical e lateral (ex: argilitos passando verticalmente a siltito,... );
- natureza do contacto (ex: gradual, brusco, erosivo,...);
- estruturas sedimentares de origem física ou biológica (ex: erosivas, deposicionais e pós-deposicionais);
- identificação de macrofósseis, a sua densidade, relações entre os organismos (incrustações, sucessão de comunidades diferentes), morfologia e estado de conservação dos organismos (inteiros, quebrados, em posição de vida, deitados);

### ... o importante é desenhar o que se vê!

A Figura 1 sugere um modo de construção de uma coluna estratigráfica; nela estão indicados:

- espessura dos estratos (cm);
- representação gráfica das litologias;
- representação dos macrofósseis;
- comentário

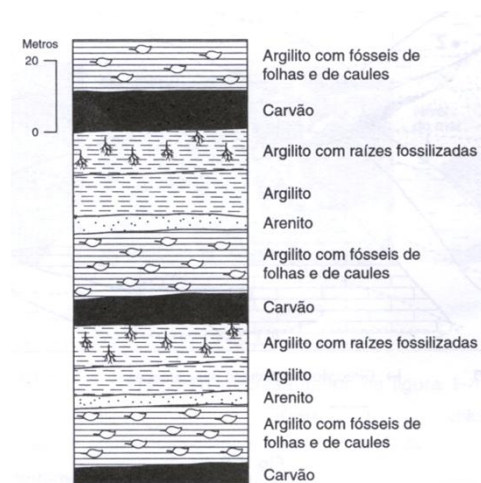


Figura 1 – Exemplo de uma coluna estratigráfica (in Exame Nacional do Ensino Secundário, Prova Escrita de Geologia, 2ª Fase, 2001, Ministério da Educação)

### Actividades Propostas:

Construa uma coluna estratigráfica que represente este afloramento.

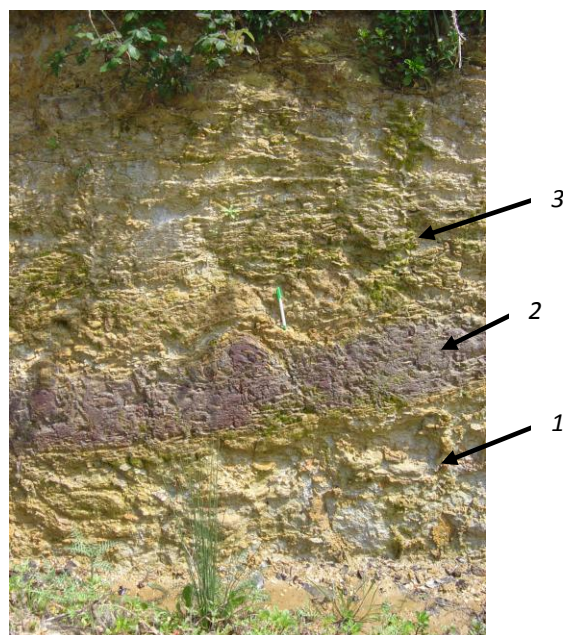
**Nota:** Deve ler com atenção a descrição do afloramento e utilizar a legenda fornecida.

### Descrição do afloramento:

Chegando a Casal de Barbas, entra-se na povoação em direcção à Serra do Socorro e caminha-se pela estrada florestal. A cerca de 100 m de Casal de Barbas encontra-se o seguinte afloramento:



A



B

Figura 2 – A – Aspecto geral do afloramento; B – pormenor

O afloramento apresenta alternância de níveis arenosos (1 e 3) (fig. 2 - B) e argilosos (2), cuja caracterização se encontra na tabela I.

Tabela I

Caracterização	Nível 1 - Arenitos	Nível 2 - Argilitos	Nível 3- Arenitos
Espessura (cm)	48	30	94
Litologia e textura	*Grão médio a grosseiro, mal calibrado, anguloso a sub-anguloso; *Clastos de quartzo, micas e minerais pesados com matriz argilosa	*Matriz argilosa envolvendo óxidos de ferro (vermelho) e óxidos de manganês (escuro)	*Igual ao nível 1
Geometria dos estratos	*Tabular	*Tabular	*Tabular
Cor	*Amarelada	*Arroxeadada	*Amarelada
Variabilidade vertical	*Arenito passando verticalmente a argilito	*Argilito passando verticalmente a Arenito	*Arenito passando verticalmente a solo recente

Natureza do contacto inferior	* Não visível	* Brusco	*Erosivo
Estruturas sedimentares		*Erosivas, junto à base	

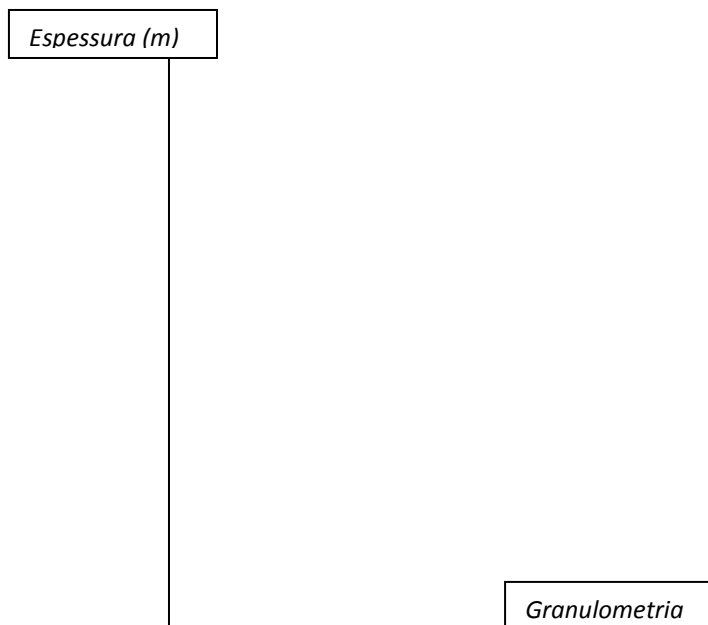


Figura 3 – Coluna estratigráfica correspondente ao afloramento da figura 2B.

Legenda:

- Litologia:	- Granulometria:	- Natureza dos contactos:	- Estruturas de ordenamento interno:
Argila	Arg – Argila	~~~ Erosivo	Estratificação cruzada em ventre
Lutito	Sil. – Silte A.f. – Areia fina A.m. – Areia média A.g. – Areia grosseira	— Abrupto/bem definido ---- Gradual	- Estruturas orgânicas: Raízes Bioturbação
Arenito			- Estruturas de superfície: Fendas de retração

#### Bibliografia:

Boulvain, F. (2008) Introduction à la cartographie géologique, Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université de Liège in <http://www2.ulg.ac.be/geolsed/carto/carto.htm#Interprétation%20stratigraphique>: (consultado em 23-02-2008)

Exame Nacional do Ensino Secundário, Prova Escrita de Geologia, 2ª Fase, 2001, Ministério da Educação

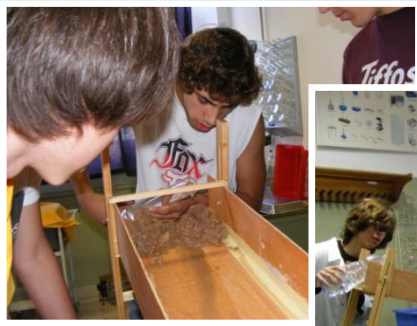


# O Rio – transporte e erosão

## Preparando os materiais

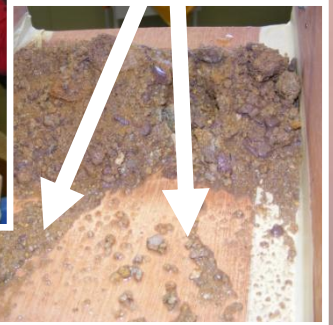


... ao longo de um rio...



transporte

sedimentação



... num rio com meandros



meandros



erosão

sedimentação





# “A Química dos calcários”

Tubo 1 – água

Tubo 2 – água gaseificada

Tubo 3 – água + carbonato de cálcio

Tubo 4 – água gaseificada + carbonato de cálcio

Tubo 5 – água gaseificada + carbonato de cálcio (aquecida)



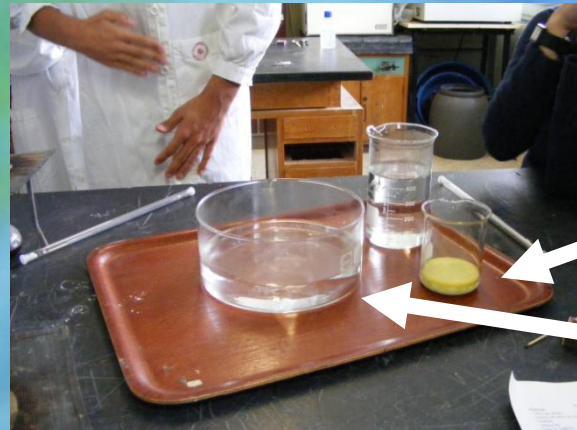
**Executando  
a  
experiência**



**Os resultados  
finais**

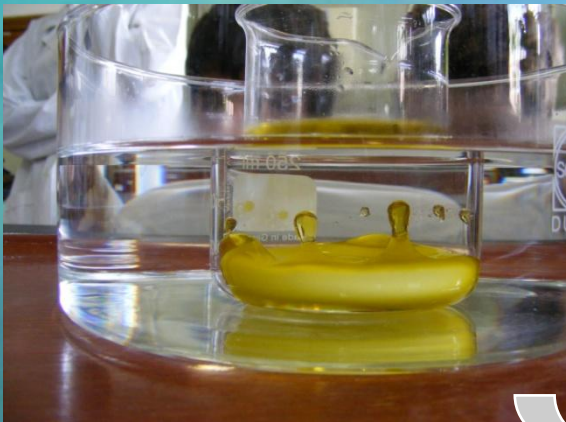


# Simulação de Fenómenos de Deformação



Azeite congelado

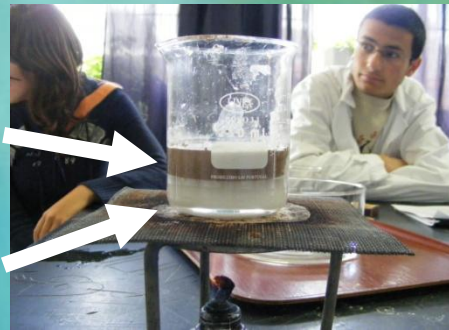
Água a 40° C



Ao descongelar o azeite, menos denso que a água, ascende em forma de cogumelo



# Simulação de Fenómenos de Deformação



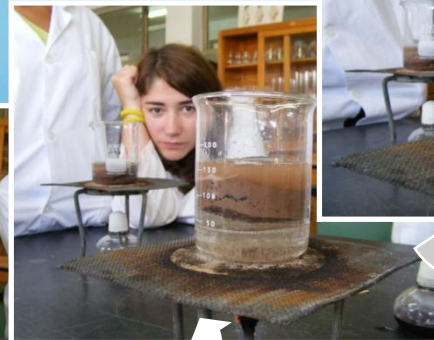
Argila  
Parafina



**Esperando por resultados...**



Após a ascensão da parafina, a argila perde sustentação e colapsa.



A parafina ao ser aquecida passa ao estado líquido; o aumento de pressão provoca a deformação do depósito de argila.



# “A Bússola”



Medindo a direcção



Medindo a inclinação



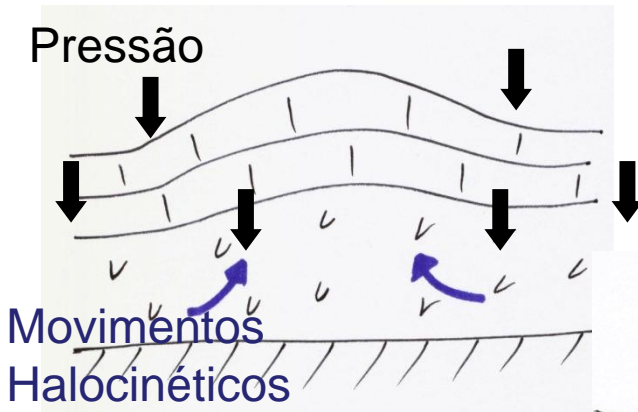
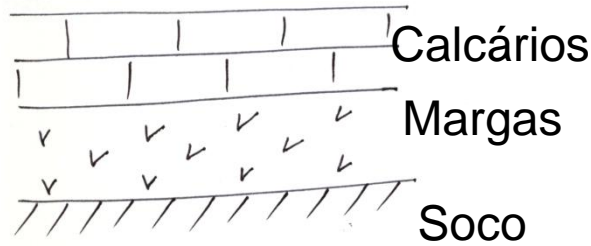
Como será...?



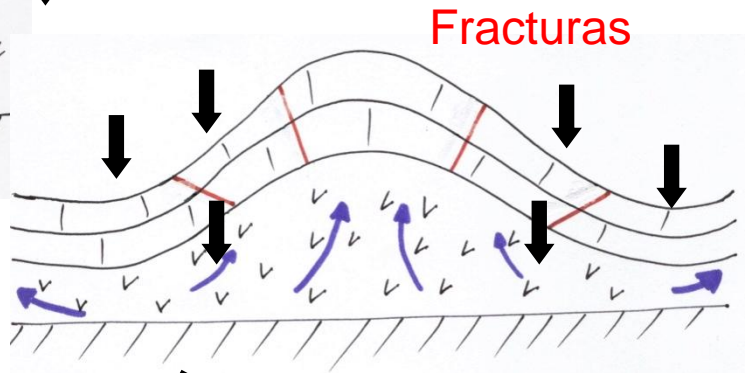
## *ANEXO VI*

Cartazes síntese elaborados para a Saída de Campo

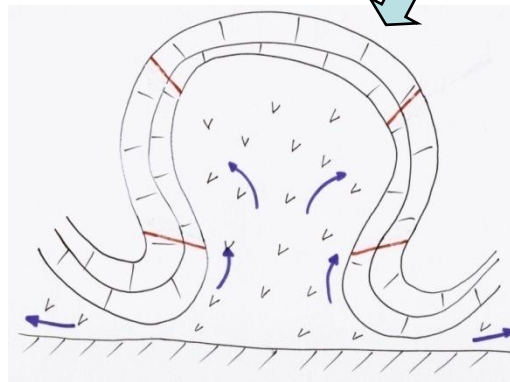
# Esquema Hipotético da Evolução do Diapiro da Maceira



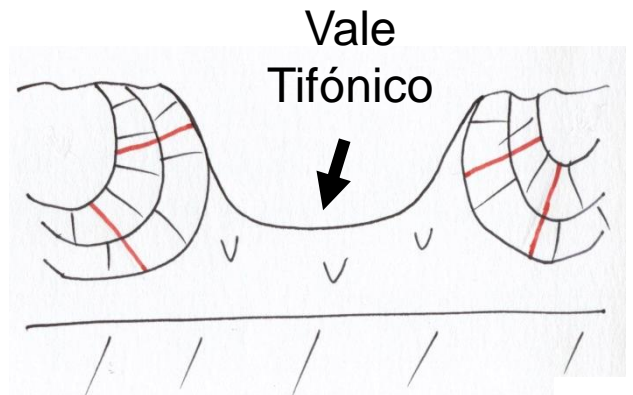
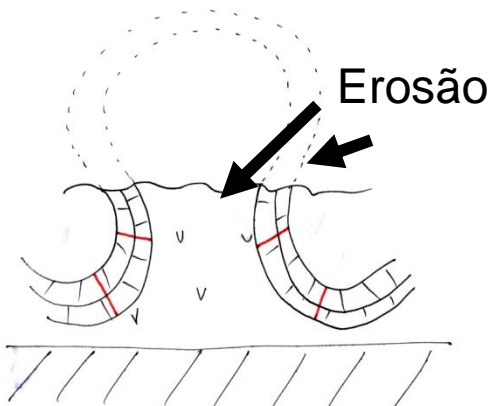
Fase de Almofada



Fase de Domo

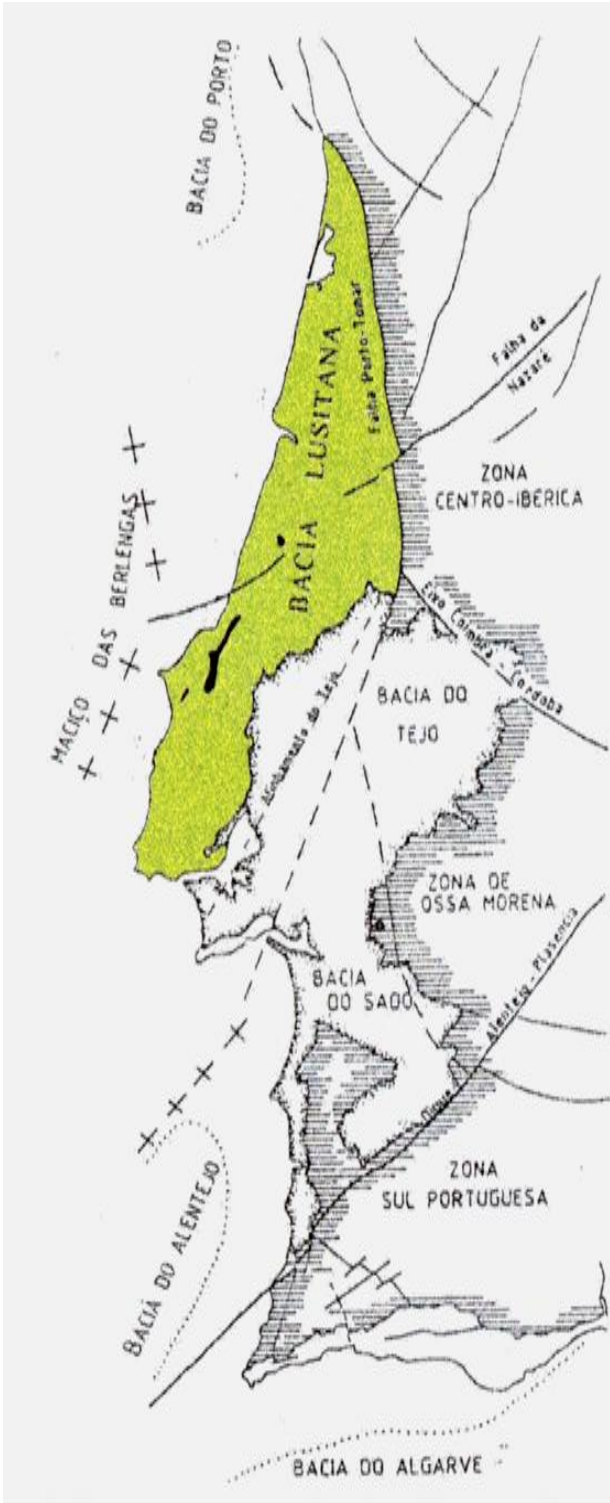


Fase Extrusiva



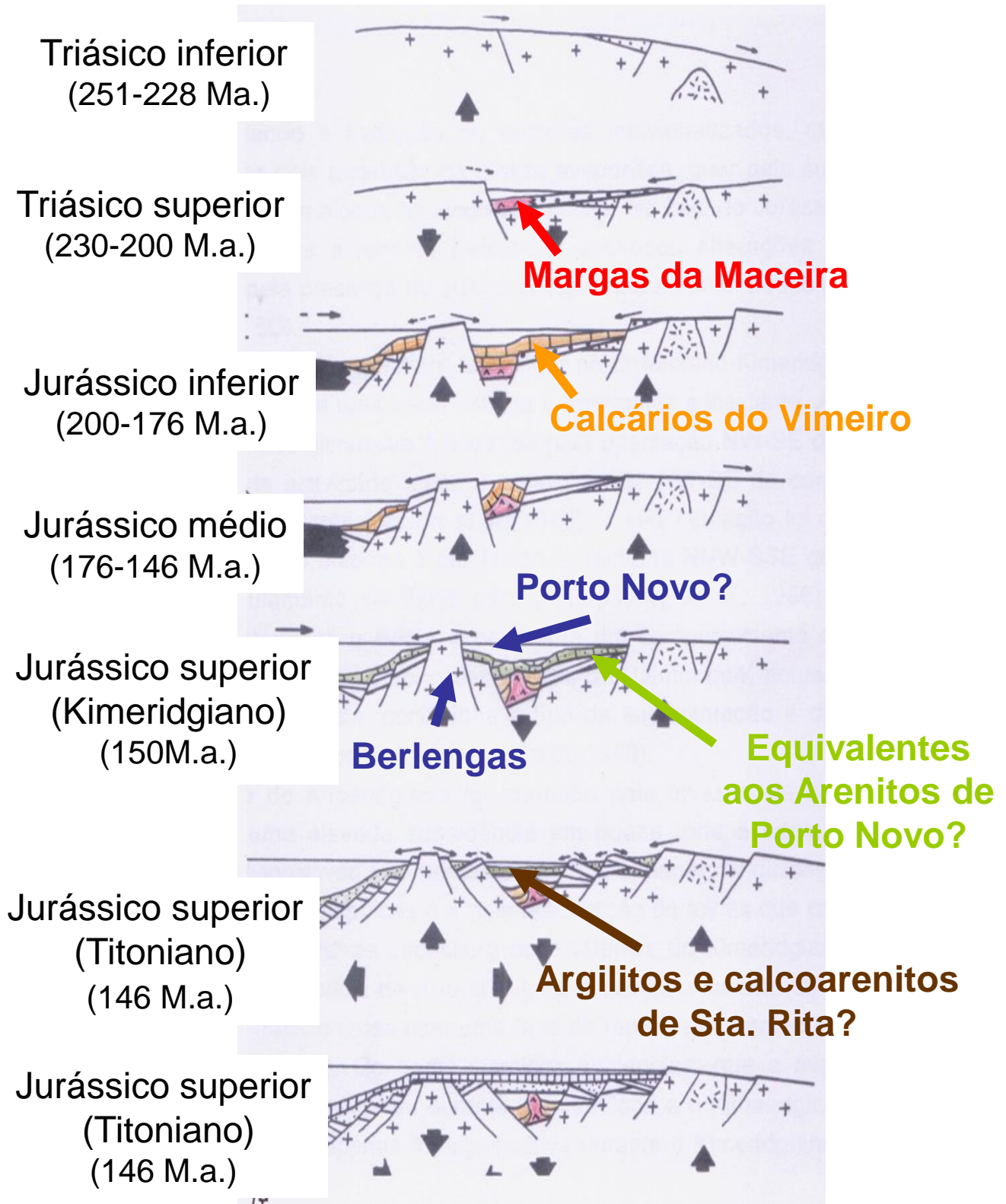


# Localização da Bacia Lusitânica





# Evolução da paleomorfologia da Bacia Lusitânica



# Calcários com oncólitos

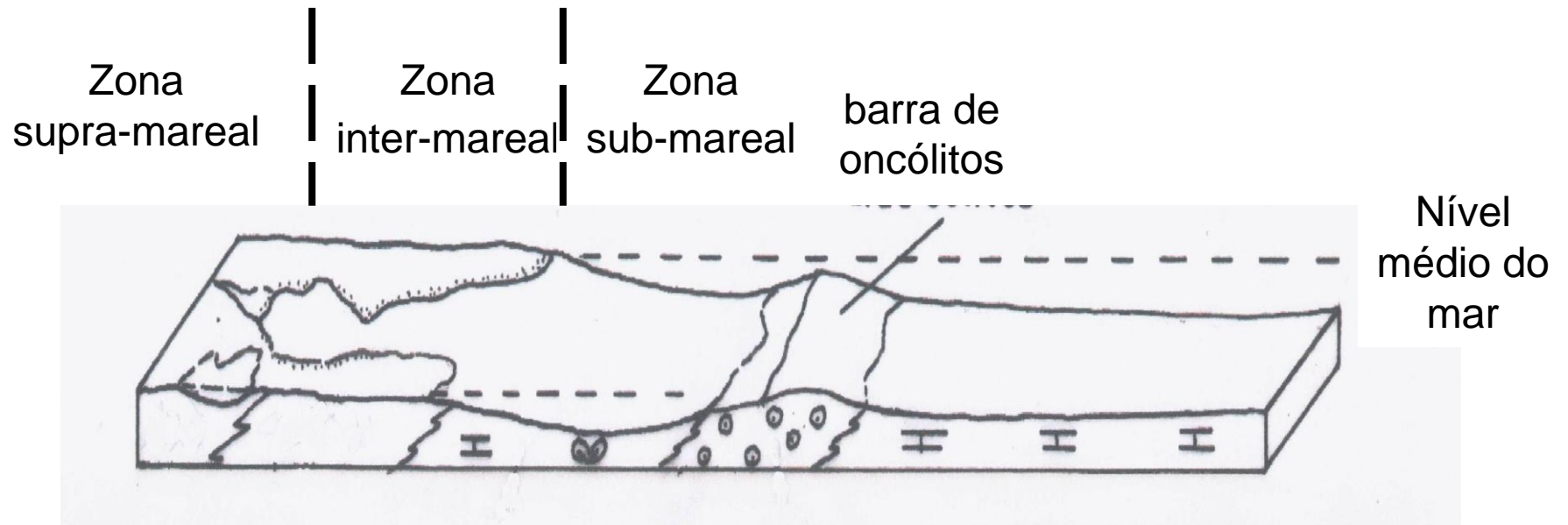


Aspecto em campo



Aspecto em amostra de mão

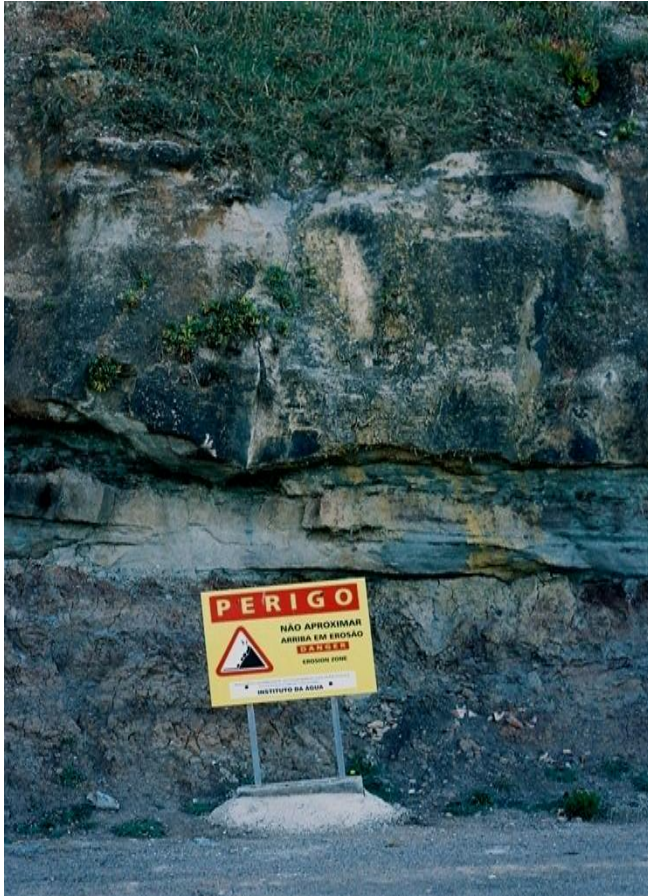
# Esquema de uma plataforma carbonatada



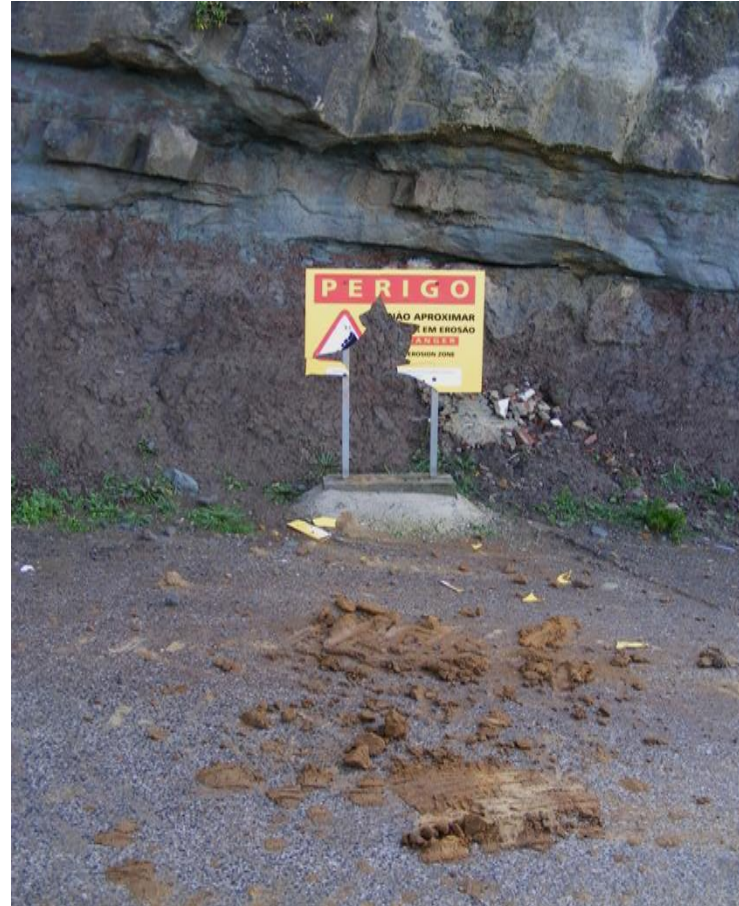
(adaptado de Bernardes, 1992)



# Perigo de derrocada

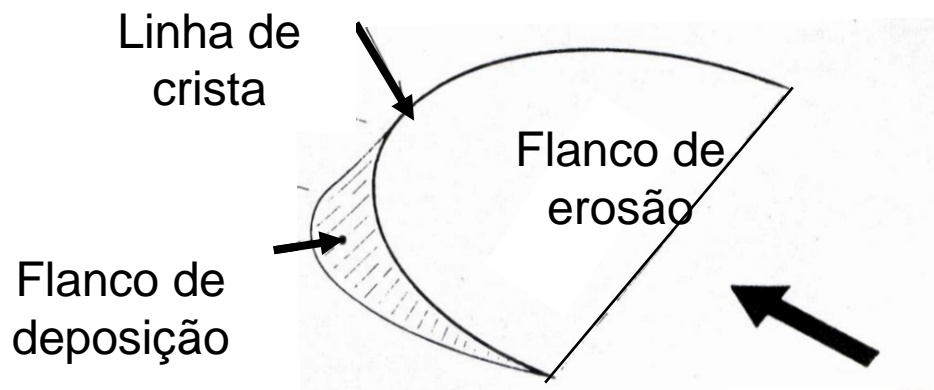


a) em Maio de 2007

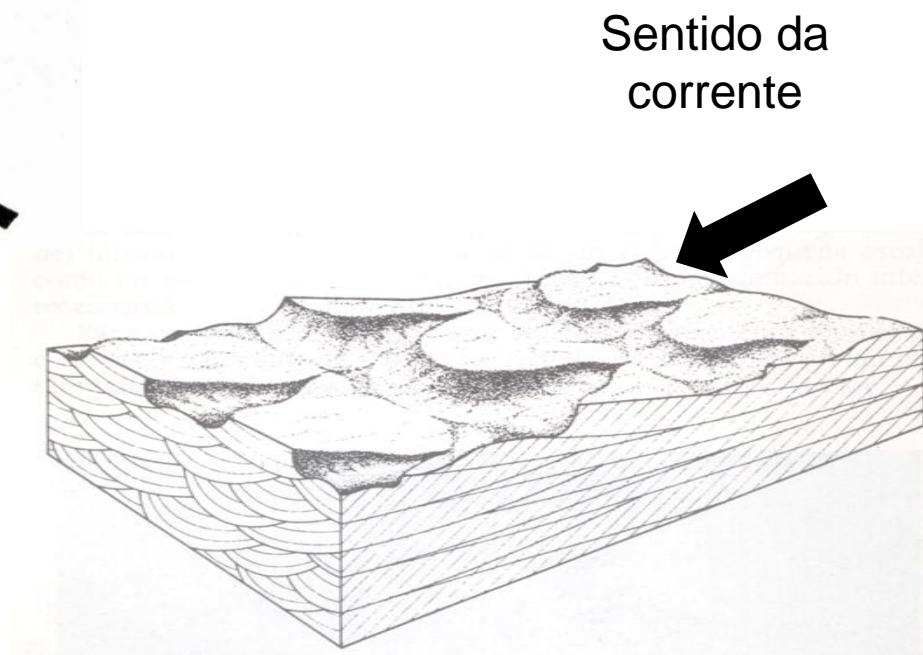


b) em Janeiro de 2008

# Estruturas sedimentares de ordenamento interno



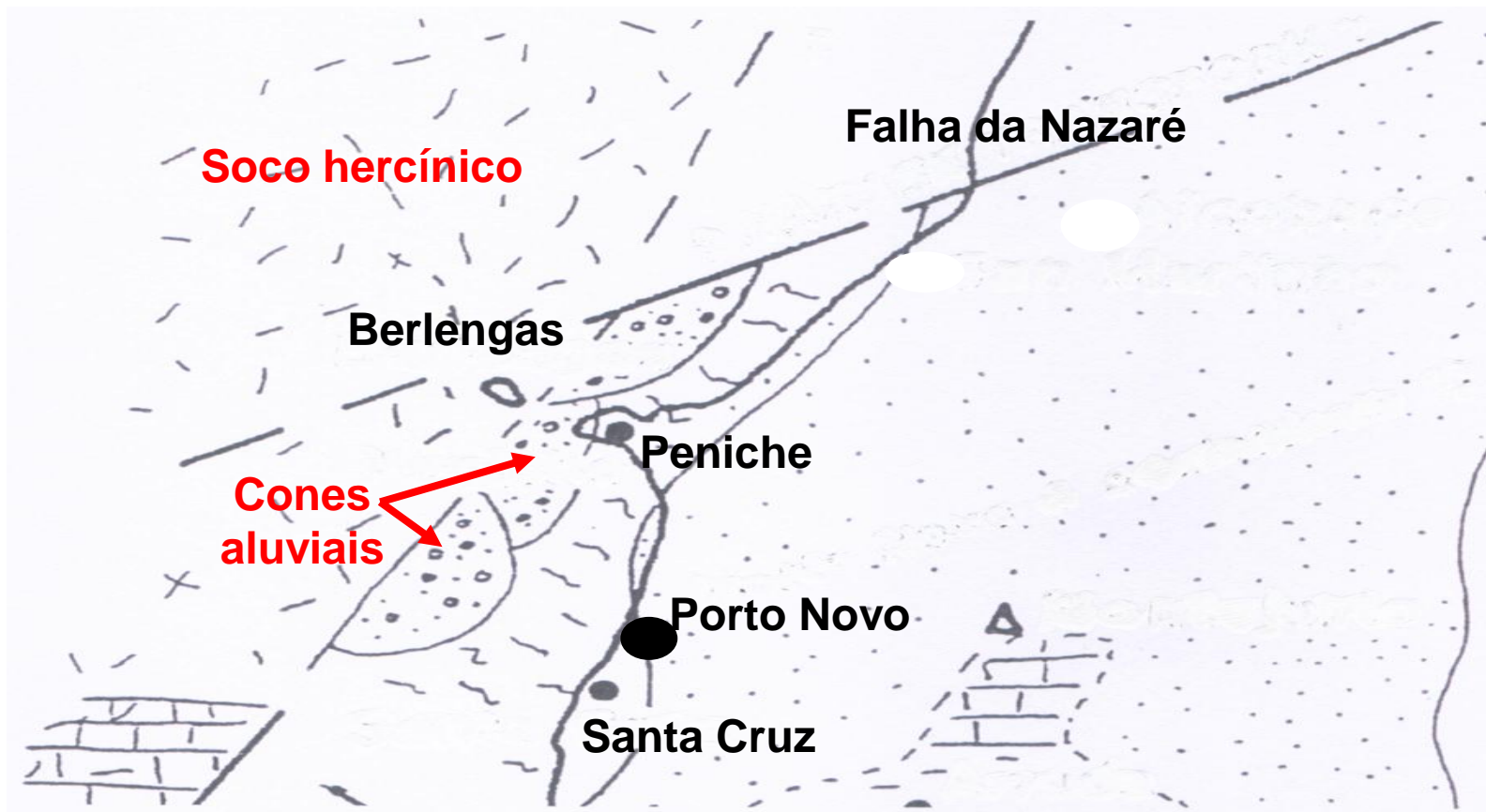
Formas de leito de crista linguóide



Estratificação cruzada em ventres

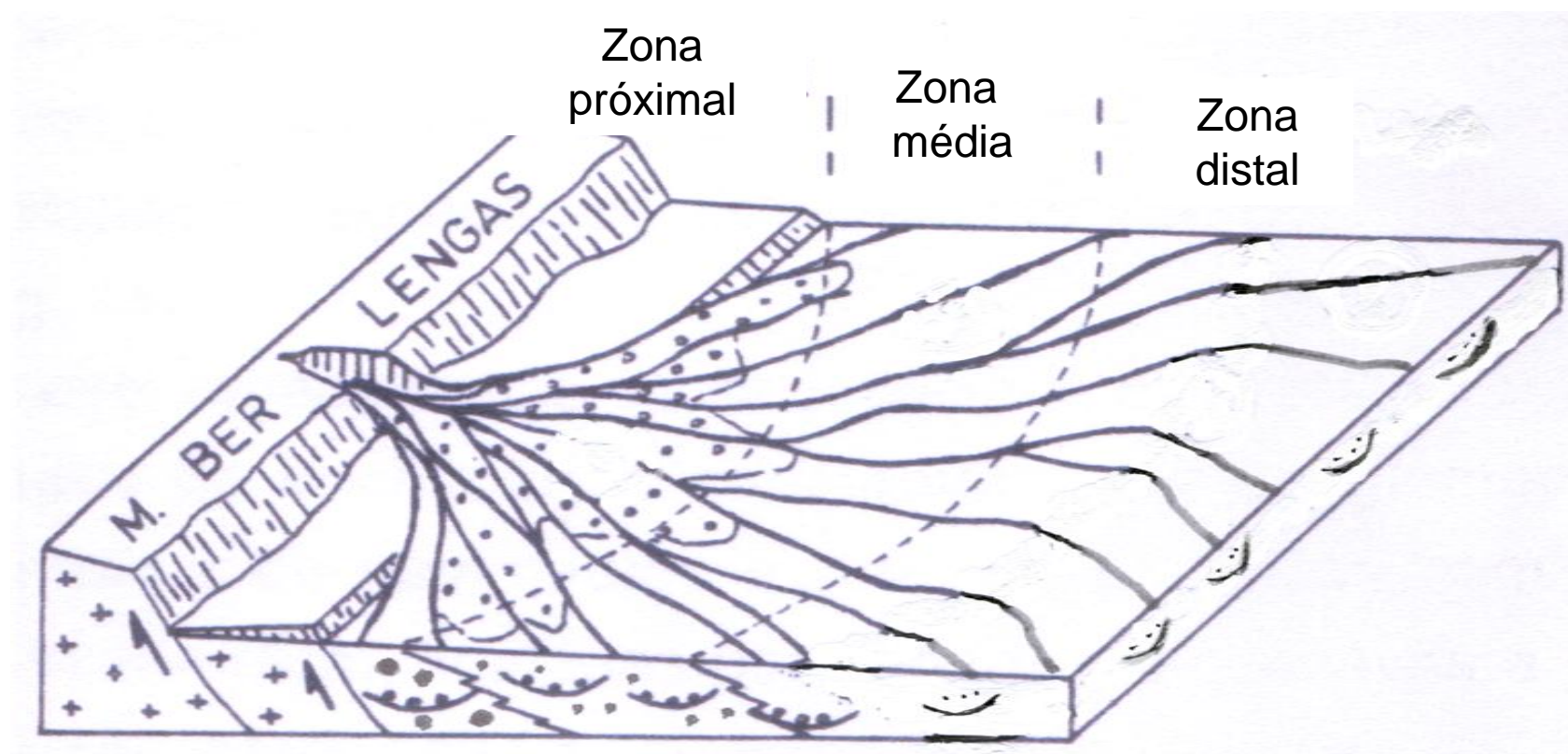


# Esquema representativo da Bacia Lusitânica durante o Kimmeridgiano Superior



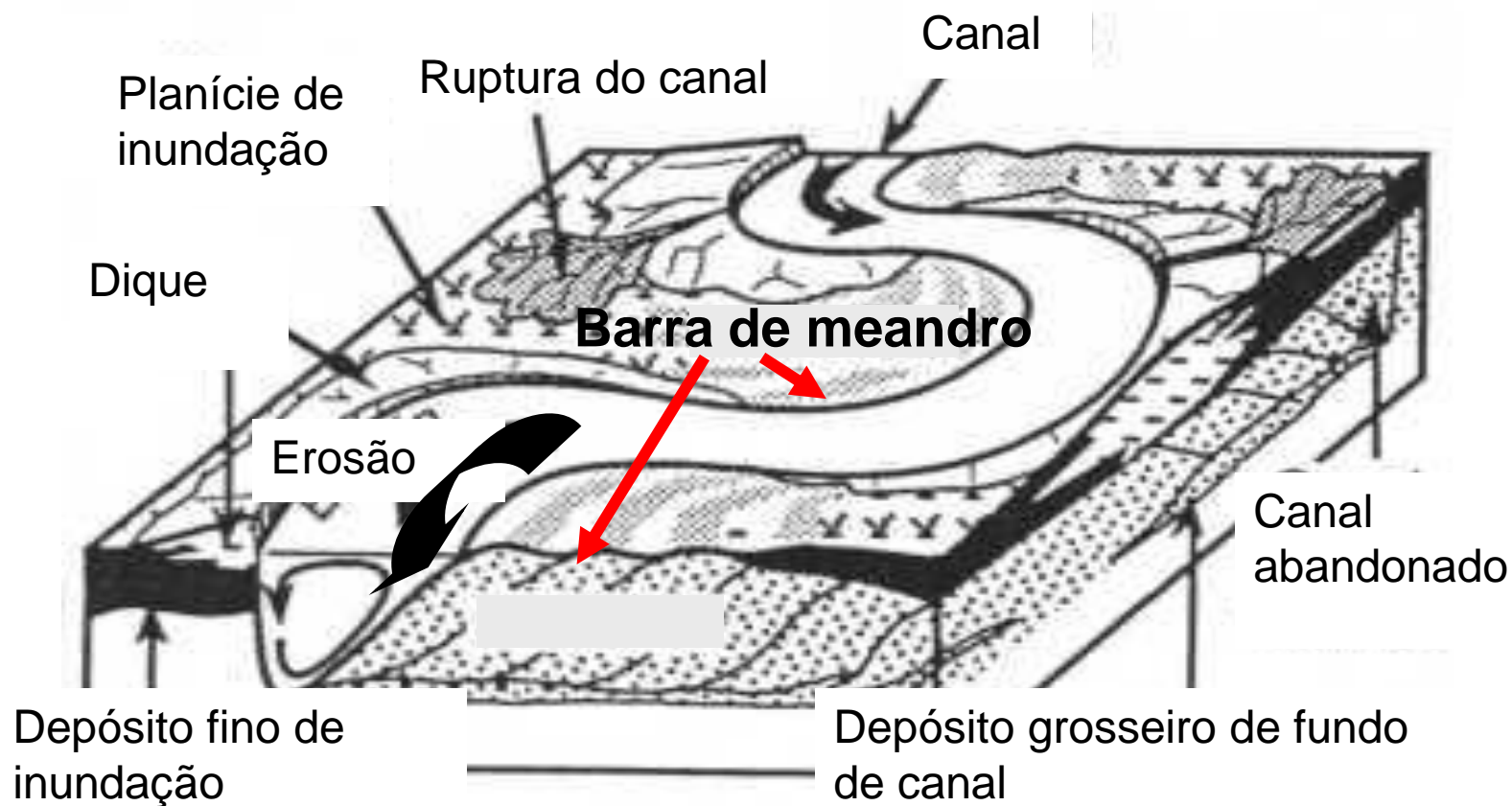
(adaptado de Hill, 1988)

# Representação do fluxo de sedimentos grosseiros com origem no Maciço das Berlengas



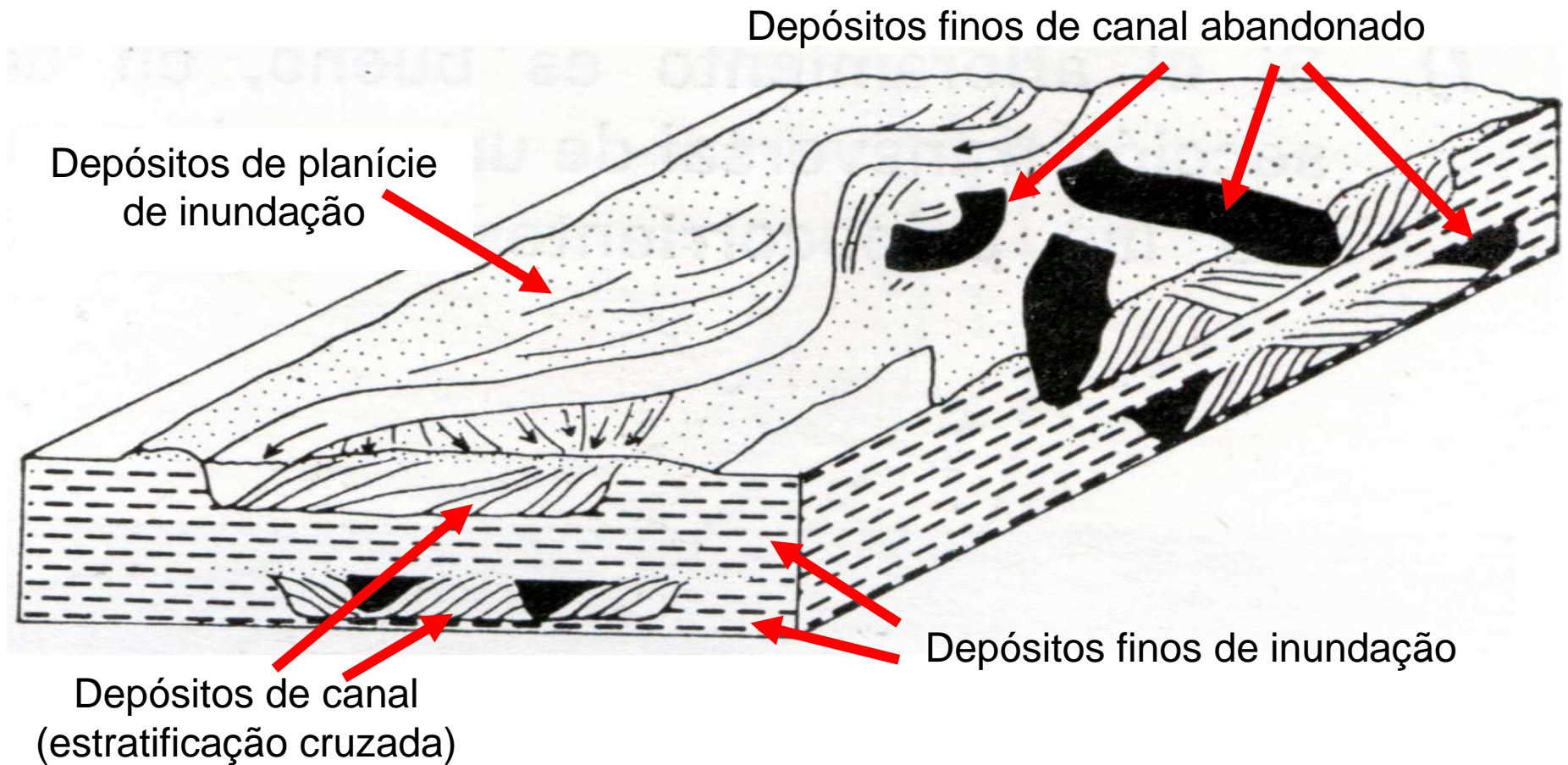
(adaptado de Bernardes, 1992)

# Esquema representativo de um rio meandriforme



(adaptado de Orstom, 1993)

# Características gerais dos depósitos de rios meandriformes



(in Diaz, 1984)



# Tronco fossilizado

Cartaz 10



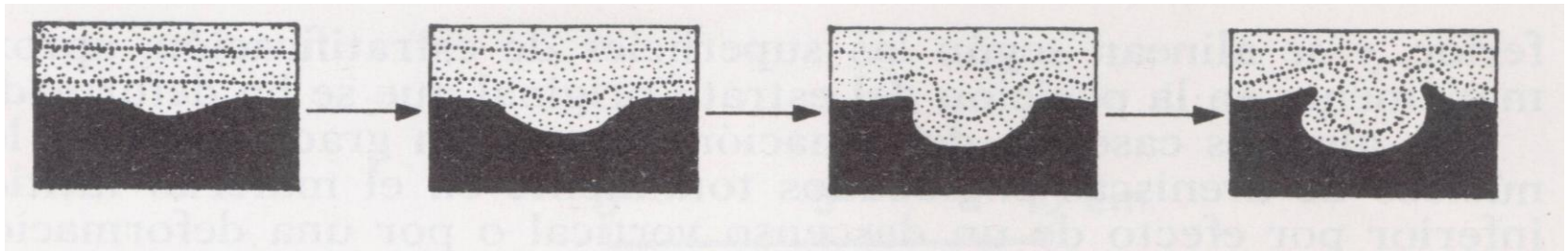
a) aspecto em Agosto /07



b) aspecto em Dezembro /07

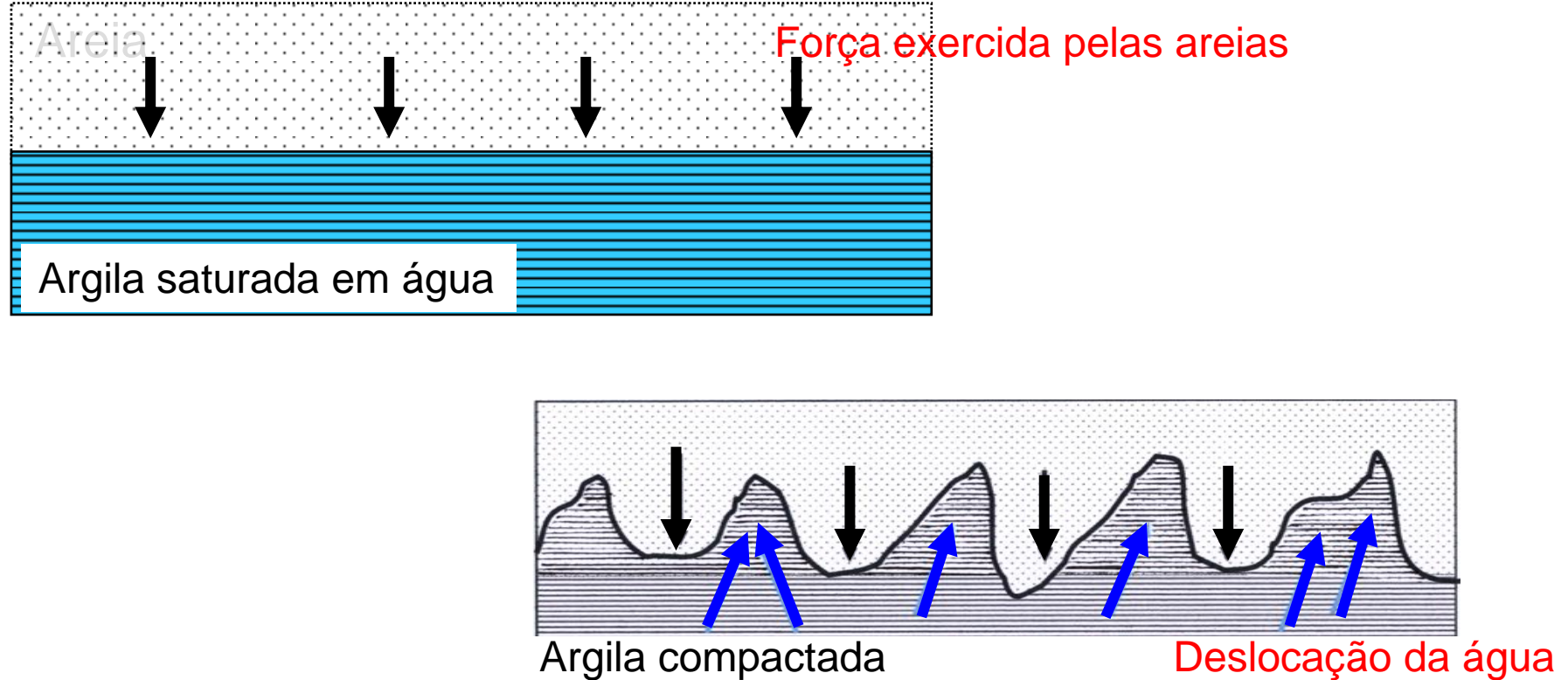


# Figura de carga

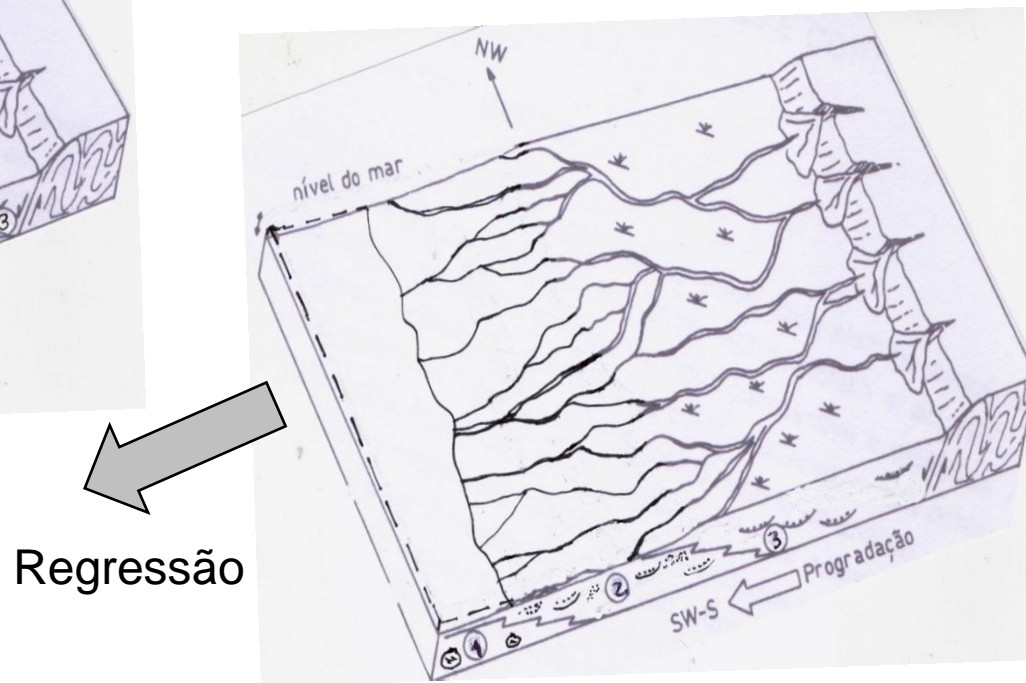
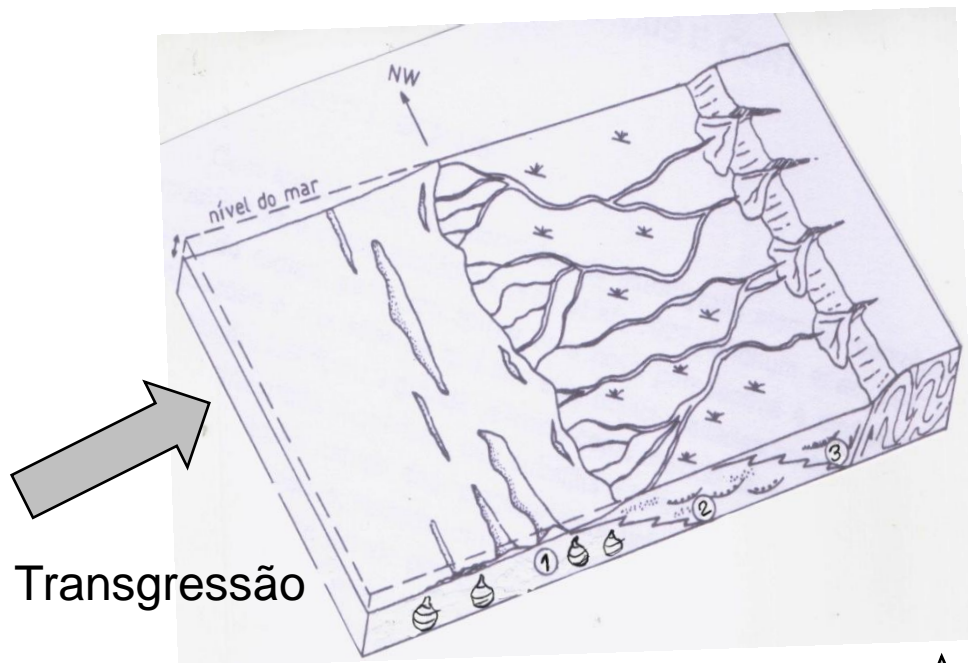


Representação esquemática da sua génese (*in* Corrales *et. al.*, 1977)

# Esquema da génese das estruturas de deformação por escape de fluidos



# Transgressão e Regressão



(adaptado de Bernardes, 1992)

## *ANEXO VII*

Síntese da Saída de Campo - Cartazes elaborados pelos alunos









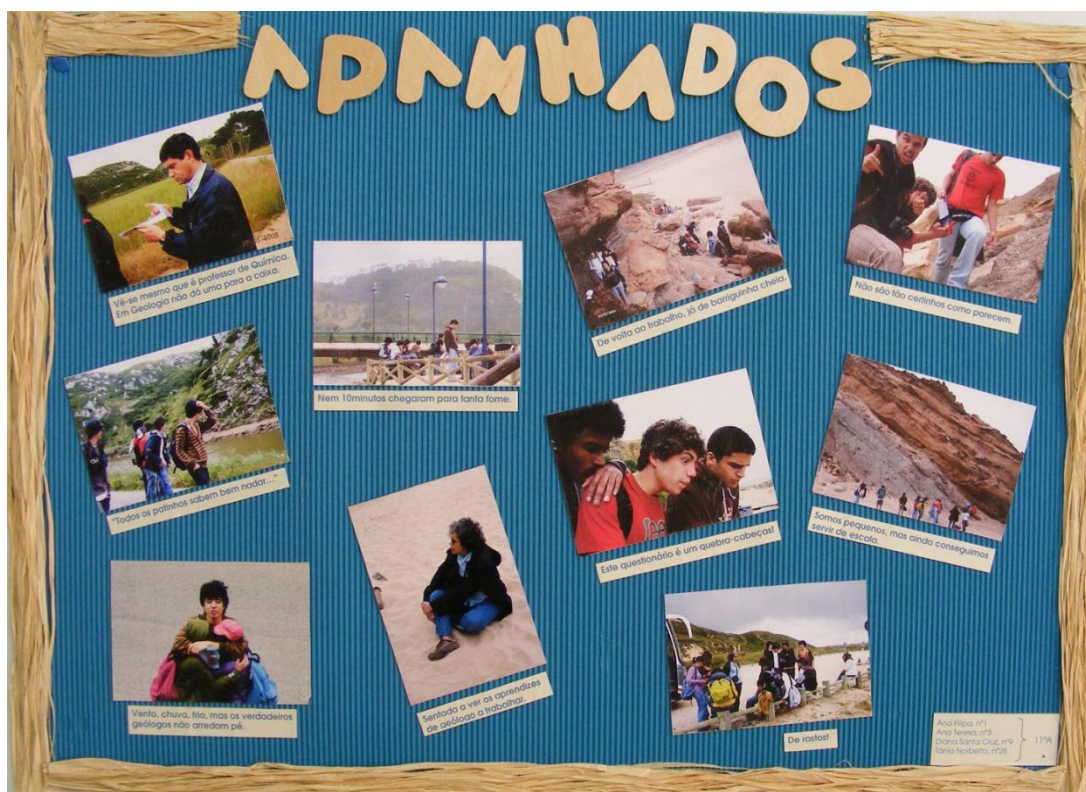














## *ANEXO VIII*

### Questionário 2

## QUESTIONÁRIO (2)

*«As rochas são, pois, a memória da Terra, memória que pode ser lida e contada, bastando para tal que se conheçam os caracteres dessa escrita, entre os quais os minerais e os fósseis.»*

Galopim de Carvalho, in Introdução ao Estudo do Magmatismo e Rochas Magmáticas, 2002

O presente Questionário faz parte integrante da Dissertação de Mestrado em Ensino de Geologia e Biologia a apresentar à Universidade de Aveiro. Pretende conhecer a sua posição e avaliar a pertinência das actividades desenvolvidas no âmbito do Trabalho de Campo.

É anónimo e não terá qualquer influência na sua avaliação.

Assinale com um X a opção que considera mais apropriada ao seu sentir.

### **Parte I – Avaliação das actividades preparatórias**

1. As actividades de pesquisa documental subordinadas ao tema "A Geologia, o Homem e a Região", responderam à questão:

“ A Geologia influencia, de algum modo, a ocupação humana de uma região e o seu modo de vida?”

( )- Sim

( )- Não

( )- Talvez

2. As actividades práticas permitiram uma preparação para as tarefas desenvolvidas durante o Trabalho de Campo?

(Para cada afirmação assinala com um X a respectiva coluna)

<b>Preparação</b>	<b>Muita</b>	<b>Pouca</b>	<b>Nenhuma</b>
<b>Actividades práticas</b>			
2.1- “O Rio – acção de transporte e de erosão”			
2.2- “A química dos calcários”			
2.3- “Coluna estratigráfica”			
2.4- “Cartas topográficas e geológicas”			
2.5- “Bússola”			
2.6- “ Simulação de fenómenos de deformação”			

3. A actividade de preparação realizada antes da saída de campo com o objectivo de lhe dar a conhecer a localização das paragens e os aspectos característicos da paisagem da região, assim como o tipo de actividades a realizar forneceu.... (\*)

(complete a tabela seguinte)

(Para cada afirmação assinala com um X a respectiva coluna)

<b>Informação</b>	<b>Muita</b>	<b>Pouca</b>	<b>Nenhuma</b>
<b>Dimensão</b>			
3.1- Localização geográfica das paragens			
3.2- Enquadramento geológico do local			
3.3- Procedimentos a realizar no campo			
3.4- Materiais necessários para o trabalho de campo			
3.5- Indicadores de tempo previsto para o trabalho			

**Parte II. Avaliação da Saída de Campo.**

1. Para cada questão assinale a opção correspondente à avaliação do trabalho desenvolvido no campo. (\*)

(Para cada afirmação assinala com um X a respectiva coluna)

<b>Apoio</b>	<b>Avaliação</b>	<b>Muito Bom</b>	<b>Bom</b>	<b>Suficiente</b>	<b>Insuficiente</b>
1.1- Preparação da visita					
1.2- Material de apoio					
1.3- Tempo para realizar as actividades propostas					
1.4- Interligação dos conceitos teóricos e os conceitos abordados no campo					
1.5- Elaboração do roteiro					
1.6- Apoio do professor da disciplina					
1.7- Apoio do professor acompanhante					

2. Das actividades propostas no roteiro indique o grau de dificuldade que sentiu ao realizá-las.

(Para cada afirmação assinala com um X a respectiva coluna)

<b>Actividades</b>	<b>Dificuldades</b>	<b>Muita</b>	<b>Intermédia</b>	<b>Pouca</b>
2.1- Identificação de rochas				
2.2- Elaboração de esquemas dos afloramentos				
2.3- Medir direcções e inclinações				
2.4- Identificação de estruturas sedimentares				
2.5- Elaboração da coluna estratigráfica				
2.6- Identificação de fósseis				
2.7- Elaboração de sínteses				
2.8- Outra (especifique):				

3. A questão seguinte pretende avaliar o seu desempenho e o do seu grupo durante a actividade de campo. (\*\*)

(Para cada afirmação assinala com um X a respectiva coluna)

<b>Desempenho</b>	<b>Avaliação</b>	<b>Muito Bom</b>	<b>Bom</b>	<b>Suficiente</b>	<b>Insuficiente</b>
3.1- Como avalia o esforço do seu grupo no trabalho de campo?					
3.2- Como avalia o seu próprio esforço durante o trabalho de campo?					
3.3- Como avalia a sua própria contribuição para o desempenho do seu grupo?					
3.4- Qual foi o seu grau de satisfação pelo trabalho de grupo desenvolvido?					

**Parte III. Avaliação do Trabalho desenvolvido pós saída de Campo.**

1. As actividades desenvolvidas pós saída de campo permitiram: (\*)

(Para cada afirmação assinala com um X a respectiva coluna)

	Sim	Não
1.1- Efectuar estudos laboratoriais de pormenor que não eram possíveis de realizar no campo.		
1.2- Compilar dados e partilhar informação.		
1.3- Esclarecer dúvidas que não foi possível esclarecer no campo.		
1.4- Retirar conclusões relativas aos fenómenos geológicos estudados.		
1.5- Efectuar uma síntese sobre o Trabalho de Campo.		
1.6- Outra (especifique):		

**Parte IV. Avaliação do Trabalho de Campo.**

1. Que utilidade teve o Trabalho de Campo para a sua aprendizagem? (\*\*)

(Para cada afirmação assinala com um X a respectiva coluna)

<b>Grau de concordância</b>	<b>Concordo complet.</b>	<b>Concordo</b>	<b>Tenho dúvidas</b>	<b>Discordo</b>	<b>Discordo complet.</b>
<b>Afirmações</b>					
1.1- O Trabalho de Campo mostrou-me fenómenos geológicos que já haviam sido estudados na aula.					
1.2- O que aprendi a partir do Trabalho de Campo não tinha sido previamente estudado com detalhe.					
1.3- O Trabalho de Campo deu-me informações que não conhecia anteriormente.					
1.4- As informações obtidas no campo eram bastante confusas.					
1.5- O que aprendi com o Trabalho de Campo podia ter sido aprendido a partir dos livros.					
1.6- O Trabalho de Campo não me deu indicações claras acerca de processos geológicos.					
1.7- Penso que aprendo melhor a partir do Trabalho de Campo do que aprendo na sala de aula.					
1.8- O tempo despendido no Trabalho de Campo podia ser mais bem aproveitado em outras actividades de aprendizagem.					

2. Com a questão que se segue pretende-se ficar a conhecer, de forma genérica, as suas atitudes perante o Trabalho de Campo. (\*\*)

(Para cada afirmação assinala com um X a respectiva coluna)

<b><i>Grau de concordância</i></b>	<b><i>Concordo complet.</i></b>	<b><i>Concordo</i></b>	<b><i>Tenho dúvidas</i></b>	<b><i>Discordo</i></b>	<b><i>Discordo complet.</i></b>
<b><i>Afirmações</i></b>					
2.1- O Trabalho de Campo, quando comparado com as actividades de sala de aula, aumentou o meu interesse pelas Ciências Naturais.					
2.2- O Trabalho de Campo dá-me a oportunidade de trabalhar com os meus amigos.					
2.3- Com o Trabalho de Campo conheço a natureza através da observação.					
2.4- Quando faço Trabalho de Campo estou a ir ao encontro dos meus interesses.					
2.5- A questão interessante do Trabalho de Campo é que posso trabalhar de forma autónoma.					
2.6- O Trabalho de Campo dá-me mais possibilidades de trabalhar com colegas do que o trabalho feito na sala de aula.					
2.7- O Trabalho de Campo é um bom processo para eu ficar a conhecer problemas ambientais.					
2.8- O Trabalho de Campo é muito aborrecido.					
2.9- É impossível aprender acerca dos fenómenos geológicos sem Trabalho de Campo.					
2.10- O Trabalho de Laboratório é tão interessante como o Trabalho de Campo.					

*Muito Obrigada pela sua Colaboração  
Isabel Matos*

(\*) - Adaptado de Figueira, E. (2003), “Uma abordagem didáctica ao património gravado na história geológica de Aveiro”, Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro

(\*\*) - Adaptado de Morgado, M.; Rebelo, D.; Soares de Andrade, A. e Marques, L. (2001), O Trabalho de Campo no Ensino/Aprendizagem da Geologia: exemplos de materiais didácticos para a Serra do Caramulo e Serra da Boa Viagem, IX Encontro Nacional de Educação em Ciência na Escolaridade Básica, Viseu, in: <http://www.esev.ipv.pt/cn/Actas/artigo25.htm> (consultado na Internet em 19/1/2008)